

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA**  
**AGROINDUSTRIAL E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**



**TESIS**

**"OPTIMIZACIÓN Y CONTROL DEL PROCESO DE BENEFICIO  
POSTCOSECHA DEL CACAO NATIVO ORGÁNICO (*Theobroma  
cacao L.*), EN COOPAGRO LINDEROS, MORROPÓN, PIURA"**

**PRESENTADA POR:**

**KATIRIN ASTRILINDA ALVAREZ HUAMAN**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA  
AGROINDUSTRIAL E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: AGROINDUSTRIA Y  
SEGURIDAD ALIMENTARIA**

**SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN: PRE Y POS COSECHA, VIDA ÚTIL  
Y TRANSFORMACIÓN DE PRODUCTOS AGRÍCOLAS.**

**PIURA, PERÚ**

**2019**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA**  
**AGROINDUSTRIAL E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**



**TESIS**

**"OPTIMIZACIÓN Y CONTROL DEL PROCESO DE BENEFICIO  
POSTCOSECHA DEL CACAO NATIVO ORGÁNICO (*Theobroma  
cacao L.*), EN COOPAGRO LINDEROS, MORROPÓN, PIURA"**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERA AGROINDUSTRIAL E INDUSTRIAS  
ALIMENTARIAS**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:  
AGROINDUSTRIA Y SEGURIDAD ALIMENTARIA**

**SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN:  
PRE Y POS COSECHA, VIDA ÚTIL Y TRANSFORMACIÓN DE  
PRODUCTOS AGRÍCOLAS.**

---

**BACH. KATIRIN ASTRILINDA ALVAREZ HUAMAN**  
TESISTA

---

**DR. ALFREDO LÁZARO LUDEÑA GUTIÉRREZ**  
ASESOR

## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS

Yo: ALVAREZ HUAMAN KATIRIN ASTRILINDA; identificada con DNI N° 70050337, Bachiller de Escuela Profesional de INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS, de la Facultad de INGENIERÍA INDUSTRIAL y domiciliada en ASENTAMIENTO HUMANO 4 DE NOVIEMBRE MZ D LOTE 17 - CALLE SAN ANTONIO del Distrito SULLANA de la Provincia SULLANA del Departamento PIURA. Celular: 983989947. Email: katirinalvarez@gmail.com

**DECLARO BAJO JURAMENTO:** que la tesis que presento es original e inédita, no siendo copia parcial ni total de una tesis desarrollada, y/o realizada en el Perú o en el Extranjero, en caso contrario de resultar falsa la información que proporciono, me sujeto a los alcances de lo establecido en el Art. N° 411, del código Penal concordante con el Art. 32° de la Ley N° 27444, y Ley del Procedimiento Administrativo General y las Normas Legales de Protección a los Derechos de Autor. En fe de lo cual firmo la presente.

Piura, 16 de Julio del 2019



Huella Digital

---

Bach. Katirin Astrilinda Alvarez Huaman  
DNI N° 70050337

Artículo 411.- El que, en un procedimiento administrativo, hace una falsa declaración en relación con hechos o circunstancias que le corresponde probar, violando la presunción de veracidad establecida por ley, será reprimido con pena privativa de libertad no menor de uno ni mayor de cuatro años.


Art. 4. Inciso 4.12 del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales –RENATI Resolución de Consejo Directivo N° 033-2016-SUNEDU/CD


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA**  
**AGROINDUSTRIAL E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**



LOS QUE SUSCRIBEN, MIEMBROS DEL JURADO CALIFICADOR  
CERTIFICAN LA APROBACIÓN DE LA TESIS:

**"OPTIMIZACIÓN Y CONTROL DEL PROCESO DE BENEFICIO  
POSTCOSECHA DEL CACAO NATIVO ORGÁNICO (*Theobroma  
cacao L.*), EN COOPAGRO LINDEROS, MORROPÓN, PIURA"**

  
\_\_\_\_\_  
**Dr. JUAN IGNACIO QUISPE NEYRA**  
PRESIDENTE

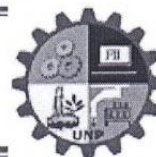
  
\_\_\_\_\_  
**Dr. HERMER ERNESTO ALZAMORA ROMÁN**  
SECRETARIO

  
\_\_\_\_\_  
**MSc. CARMEN ZULEMA QUITO RODRÍGUEZ**  
VOCAL





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**DECANATO**



**ACTA DE EVALUACIÓN Y SUSTENTACIÓN DE TESIS**

**Expediente N° 1416 / 2017**

Los miembros del Jurado Calificador Ad-Hoc de la Sustentación de Tesis nombrado con Resolución N° 453-CF-FII-UNP-17 de fecha 28/08/2017 que suscriben, se reunieron en acto público en la sala de exposiciones de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional de Piura, el día **16 de Julio del 2019** a las **10:00 am**, para evaluar la defensa de la Tesis titulada **"OPTIMIZACIÓN Y CONTROL DEL PROCESO DE BENEFICIO POSTCOSECHA DEL CACAO NATIVO ORGÁNICO (*Theobroma cacao* L.), EN COOPAGRO LINDEROS, MORROPÓN, PIURA"**, presentada por la Bachiller **KATIRIN ASTRILINDA ALVAREZ HUAMAN** y asesorada por el **Dr. ALFREDO LÁZARO LUDENA GUTIÉRREZ**.

Después de haber calificado el Informe Final de la Tesis, escuchada la sustentación y las respuestas a las preguntas formuladas por el Jurado, se le declara Aprobado para optar el Título de **INGENIERO AGROINDUSTRIAL E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS** con el puntaje de 79 que corresponde al calificativo de Muy Bueno.

Jurado	Presidente	Secretario	Vocal	Puntaje Promedio
Calificación				
Documento (Max 60 puntos)	49	49	49	49
Sustentación (Max 40 puntos)	30	30	30	30
PUNTAJE TOTAL				79

En consecuencia, la sustentante queda en condición de recibir el Título Profesional que se indica, conferido por el Consejo Universitario de la Universidad Nacional de Piura de conformidad con las Normas Estatutarias y la Ley Universitaria en vigencia.



Ciudad Universitaria, 16 de Julio del 2019

Dr. JUAN IGNACIO QUISPE NEYRA	Dr. HERMER ERNESTO ALZAMORA ROMÁN	MSc. CARMEN ZULEMA QUITO RODRÍGUEZ
PRESIDENTE	SECRETARIO	VOCAL

## **“AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN E IMPUNIDAD”**

### **CARTA DE COMPROMISO DEL ASESOR**

Quien suscribe, **Dr. ALFREDO LÁZARO LUDEÑA GUTIÉRREZ** , con Documento Nacional de Identidad N° **07557252** , mediante la presente manifiesto que he leído y revisado de manera detallada el proyecto de investigación titulado: **“OPTIMIZACIÓN Y CONTROL DEL PROCESO DE BENEFICIO POSTCOSECHA DEL CACAO NATIVO ORGÁNICO (*Theobroma cacao L.*), EN COOPAGRO LINDEROS, MORROPÓN, PIURA”**, presentado por la Tesista **Bach. KATIRIN ASTRILINDA ALVAREZ HUAMAN**, identificada con Documento Nacional de Identidad N° **70050337**, egresada de la carrera profesional de **INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS** , para optar el título profesional de **INGENIERA AGROINDUSTRIAL E INDUSTRIA ALIMENTARIAS** .

En mi condición de Asesor considero que el mencionado proyecto, cumple con lo establecido en el Reglamento de Tesis para optar el Título profesional en la UNP, por lo que me comprometo a asesorar hasta la sustentación y publicación, si fuera el caso.

Piura-Perú, 16.07.2019.



---

**Dr. ALFREDO LÁZARO LUDEÑA GUTIÉRREZ**  
**DNI N° 07557252**

## DEDICATORIA

En primer lugar; con profunda gratitud y amor dedico el presente trabajo de investigación a Dios, quien me brindó la fortaleza, salud y sabiduría para el desarrollo y terminó del presente proyecto.

Con todo mi amor a mis padres, Lea Huaman Mijahuanga y Jose Hernando Alvarez Calle, quienes me inculcaron desde pequeña principios éticos y morales necesarios para mi formación personal, social e intelectual; como pilares esenciales para el desarrollo y logro de cada una de mis metas.

Con cariño a mi hermano menor, Hugo, por el reconfortante apoyo moral y por mostrarme que es realmente bueno enseñar con el ejemplo; esperando que sea el mío, quien te motive a perseverar cuando sea tu turno en hacer investigación.

## AGRADECIMIENTO

Un especial agradecimiento al **Instituto de Gestión de Cuencas Hidrográficas (IGCH)** por haber confiado en mi persona y hacerme partícipe como asistente de investigación del proyecto de Servicios de Extensión Agraria del Perú “Optimización y control del proceso de beneficio post cosecha de cacao criollo en COOPAGRO Maray, distrito de Santa Catalina de Mossa, Morropón, Piura” y además por todo aquel respaldo financiero brindado para el planteamiento, desarrollo y término de la presente investigación.

A la **Cooperativa Agropecuaria Linderos de Maray** (Coopagro Linderos) en especial a los productores Don Wilfredo López Cruz, Don Margarito García Romero, Don Práxedes López López, Doña Teodora Cruz de López, Don Juan José Peña Cordova, Doña Anita Morales Pintado, Don Urbano Pintado Montalbán y Don Denner Pintado García por los conocimientos compartidos, el apoyo constante y la amabilidad brindada durante la fase de desarrollo del proceso de beneficio postcosecha de cacao nativo orgánico de Coopagro Linderos.

A **Doña Sara Cordova Peña** por no solo brindarme su acogedor hogar para mi estadía, sino por su ayuda, arduo interés y apoyo moral durante los meses que requerí quedarme para el monitoreo y desarrollo de mi investigación en el caserío de Linderos de Maray, Morropón, Piura.

Al **Dr. Alfredo Lázaro Ludeña Gutiérrez**; asesor del presente proyecto de investigación, por el tiempo compartido y sobre todo por el valioso conocimiento impartido; no solo por el asesoramiento de la investigación sino por haber formado parte de uno de mis maestros a lo largo del desarrollo de mi carrera profesional.

A la **M.Sc. Nelly Leyva Pavis**; por todo el tiempo compartido para la presentación de mi anteproyecto, la constante motivación, y sobre todo por el valioso conocimiento impartido largo del desarrollo de mi carrera profesional.

A mi compañera, colega y sobre todo buena amiga **Bianca Elizabeth Siancas Cordova** por la paciencia, el apoyo moral y la ayuda brindada en varias oportunidades para el monitoreo durante el desarrollo de este arduo estudio.

Al **Ing. Martín E. Domínguez Vances**; Jefe de la planta procesadora de café y cacao de la Cooperativa Agraria Norandino LTDA por el conocimiento compartido y por brindarme las facilidades para el desarrollo de los análisis físicos y sensoriales requeridos para mi investigación. Asimismo a Santiago Orozco Jimenez, Ing. Eduardo Espinoza Tamariz, Ing. Evelin Valle Sanchez y el Ing. Jan Marcel Schubert de origen Alemán, por todo el apoyo generoso en la fase de evaluación sensorial para el consecución de mi investigación.

A la Facultad de Ingeniería Industrial de la **Universidad Nacional de Piura** por ser partícipe y permitirme aprender a lo largo de mi vida universitaria de aquellos conocimientos necesarios para el desarrollo de mi carrera profesional y de mis proyectos. Por hacerme saber de la verdadera importancia de la ciencia y su desarrollo gracias a la investigación.

Finalmente expreso un profundo agradecimiento a todas aquellas personas que de una u otra forma me han apoyado y que con sus sabios conocimientos, experiencias y orientaciones han sabido guiarme hasta la culminación de mi carrera profesional en el rubro de pregrado.



# ÍNDICE GENERAL

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I: ASPECTOS DE LA PROBLEMÁTICA</b>	<b>3</b>
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.	3
1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.	4
1.2.1. Justificación	4
1.2.2. Importancia	5
1.3. OBJETIVOS	6
1.3.1. Objetivo General	6
1.3.2. Objetivos específicos	6
1.4. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.	6
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b>	<b>7</b>
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	7
2.2. BASES TEÓRICAS	8
2.2.1. Cacao ( <i>Theobroma cacao</i> L.)	9
2.2.1.1. Cultivo del cacao	9
2.2.1.2. Composición química	10
2.2.2. Clasificación del cacao	11
2.2.2.1. Desde el punto de vista botánico	11
2.2.2.2. Según los grupos genéticos en el Perú	13
2.2.2.3. Desde el punto de vista comercial e Industrial	14
2.2.3. Calidad en el cacao	15
2.2.4. Principales factores que afectan la calidad	17
2.2.4.1. Genética	17
2.2.4.2. Ambiente	17
2.2.4.3. Manejo post cosecha y/o beneficio	17
2.2.5. Defectos influyentes en la calidad del cacao en grano	20
2.2.5.1. Defectos originados en el cultivo	20
2.2.5.2. Defectos originados en la cosecha	20
2.2.5.3. Defectos originados en la quiebra	20
2.2.5.4. Defectos originados en la fermentación	21
2.2.5.5. Defectos originados en el secado	21
2.2.5.6. Defectos originados en el almacenamiento	22
2.3. GLOSARIO DE TÉRMINOS BÁSICOS	22
2.4. MARCO REFERENCIAL	24
2.4.1. El cacao en el Mundo	24
2.4.1.1. Producción Mundial	25
2.4.1.2. Países productores de CFdA reconocidos por la ICCO	26
2.4.2. El cacao en el Perú	27
2.4.2.1. Producción Nacional del cacao	27
2.4.2.2. Principales empresas exportadoras de cacao en grano.	28
2.4.3. El cacao en la Región Piura	29
2.4.3.1. Cacao Nativo Piurano	29
2.5. HIPÓTESIS	31
2.5.1. Hipótesis general	31
2.5.2. Hipótesis específicas	31
2.6. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	32

<b>CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO</b>	<b>34</b>
3.1. ENFOQUE Y DISEÑO	34
3.2. SUJETOS DE LA INVESTIGACIÓN	34
3.2.1. Universo	34
3.2.2. Población	34
3.2.3. Muestra	35
3.2.4. Unidad de análisis	35
3.3. MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS	36
3.3.1. Métodos y procedimientos para el análisis en estados de madurez del cacao nativo ( <i>Theobroma cacao</i> L).	36
3.3.1.1. Selección y cosecha de estadios en campo	36
3.3.1.2. Identificación y Codificación en campo de estadios	37
3.3.1.3. Descripción de métodos y procedimientos para la evaluación de propiedades físicas por cada estado de madurez identificado.	38
3.3.1.4. Descripción de métodos y procedimiento para la evaluación de propiedades químicas por cada estado de madurez identificado.	40
3.3.2. Descripción de métodos y procedimientos empleados para el desarrollo del Proceso de Beneficio postcosecha del cacao nativo.	41
3.3.2.1. Cosecha	41
3.3.2.2. Quiebre de la mazorca	43
3.3.2.3. Fermentación	45
3.3.2.4. Secado	51
3.3.2.5. Clasificación	52
3.3.2.6. Almacenamiento	53
3.3.3. Métodos y procedimientos para evaluar el efecto que ejerce el tiempo de aguante de la mazorca y el tipo de fermentador sobre las propiedades físicas.	53
3.3.3.1. Determinación de Humedad	53
3.3.3.2. Determinación del Índice de grano	54
3.3.3.3. Determinación de calibre	54
3.3.3.4. Determinación del grado de fermentado	55
3.3.4. Métodos y procedimientos para evaluar el efecto que ejerce el tiempo de aguante de la mazorca y el tipo de fermentador sobre las propiedades químicas.	55
3.3.5. Métodos y procedimientos para evaluar el efecto que ejerce el tiempo de aguante de la mazorca y el tipo de fermentador sobre la caracterización microbiológica.	56
3.3.6. Métodos y procedimientos para evaluar el efecto que ejerce el tiempo de aguante de la mazorca y el tipo de fermentador sobre las propiedades sensoriales.	56
3.3.6.1. Preparación de licor de cacao	56
3.3.6.2. Evaluación Sensorial	58
3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	60
 <b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES</b>	 <b>62</b>
4.1. RESULTADOS Y DISCUSIONES DE LOS ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS EN DIFERENTES ESTADOS DE MADUREZ	62
4.1.1. Influencia del tipo de estado de madurez sobre el color de cáscara de cada mazorca en análisis.	62
4.1.1.1. Análisis de Varianza con las Puntuaciones del color de Mazorca	62
4.1.1.2. Prueba de Tukey para el análisis del color de cáscara	63
4.1.2. Influencia del tipo de estado de madurez sobre el diámetro longitudinal de cada mazorca en análisis.	64
4.1.3. Influencia del tipo de estado de madurez sobre el peso (g) de cada mazorca en análisis.	65

4.1.4. Influencia del tipo de estado de madurez sobre el número de pepas por mazorca evaluada.	66
4.2. RESULTADOS Y DISCUSIONES DE LOS ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES QUÍMICAS EN DIFERENTES ESTADOS DE MADUREZ	67
4.2.1. Influencia del tipo de estado de madurez sobre los grados Brix° de cada mazorca evaluada.	68
4.2.1.1. Análisis de varianza con grados Brix° como variable respuesta.	68
4.2.1.2. Prueba de Tukey para el análisis de grados Brix°	68
4.2.2. Influencia del tipo de estado de madurez sobre la Acidez Total Titulable de cada mazorca evaluada.	69
4.2.2.1. Análisis de varianza con la acidez Total Titulable evaluada.	69
4.2.2.2. Prueba de Tukey para el análisis de acidez Total Titulable	70
4.2.3. Influencia del tipo de estado de madurez sobre el Índice de madurez por cada mazorca evaluada.	71
4.2.3.1. Análisis de varianza con el índice de Madurez.	71
4.2.3.2. Prueba de Tukey para el análisis del índice de madurez	71
4.3. RESULTADOS Y DISCUSIONES DURANTE EL DESARROLLO DEL PROCESO BENEFICIO POSTCOSECHA DEL CACAO NATIVO.	72
4.3.1. Registro de temperaturas por cada uno los tratamientos evaluados	72
4.3.2. Monitoreo del progreso de la fermentación mediante la prueba de corte en fresco	75
4.3.3. Monitoreo del % humedad durante los días de secado	76
4.3.4. Rendimiento del grano en seco obtenido por cada tratamiento.	78
4.4. RESULTADOS Y DISCUSIONES SOBRE EL EFECTO QUE EJERCE EL TIEMPO DE AGUANTE DE LA MAZORCA Y EL TIPO DE FERMENTADOR SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS EVALUADAS.	78
4.4.1. Análisis de Humedad del grano seco.	79
4.4.1.1. Análisis de varianza para % humedad en grano seco	79
4.4.1.2. Tukey para el factor Tiempo de aguante	80
4.4.1.3. Tukey para el factor Tipo de fermentador	80
4.4.1.4. Tukey de la interacción respectiva entre ambos factores	81
4.4.2. Análisis del Índice de grano seco.	82
4.4.2.1. Análisis de Varianza con el índice del grano	82
4.4.2.2. Tukey para el factor tipo de fermentador	83
4.4.2.3. Tukey de la interacción respetiva entre ambos factores.	83
4.4.3. Análisis del calibre del grano seco.	84
4.4.3.1. Análisis de varianzas para el calibre del grano	84
4.4.3.2. Tukey para el factor tipo de fermentador	85
4.4.3.3. Tukey de la interacción respetiva entre ambos factores de estudio.	85
4.4.4. Prueba de corte para el análisis del porcentaje de fermentación total.	86
4.4.4.1. Análisis de varianza para el porcentaje de fermentación Total.	87
4.4.4.2. Tukey para el factor Tiempo de aguante en Mazorca	87
4.5. RESULTADOS Y DISCUSIONES SOBRE EL EFECTO QUE EJERCE EL TIEMPO DE AGUANTE DE LA MAZORCA Y EL TIPO DE FERMENTADOR SOBRE LAS PROPIEDADES QUÍMICAS.	88
4.6. RESULTADOS Y DISCUSIONES SOBRE EL EFECTO QUE EJERCE EL TIEMPO DE AGUANTE DE LA MAZORCA Y EL TIPO DE FERMENTADOR SOBRE LA CARACTERIZACIÓN MICROBIOLÓGICA.	90

4.7. RESULTADOS Y DISCUSIONES SOBRE EL EFECTO QUE EJERCE EL TIEMPO DE AGUANTE DE LA MAZORCA Y EL TIPO DE FERMENTADOR SOBRE LAS PROPIEDADES SENSORIALES.	91
4.7.1. Análisis estadístico del estudio sensorial evaluado	91
4.7.1.1. Análisis de varianza con el puntaje final de cada catador.	91
4.7.1.2. Tukey para el análisis de los puntajes sensoriales de cada tratamiento.	92
4.7.2. Perfil sensorial de las muestras descartadas durante la primera ronda de catación	92
4.7.3. Perfil sensorial de las muestras seleccionadas	97
 <b>CONCLUSIONES</b>	 <b>104</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>106</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>107</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>113</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA 2.1.</b> Composición química y valor nutricional (Con 100 g de semillas de cacao secas).	11
<b>TABLA 2.2.</b> Distribución de cultivares de cacao en el Perú al 2011, en hectáreas.	14
<b>TABLA 2.3.</b> Requisitos de las calidades del Cacao beneficiado	16
<b>TABLA 2.4.</b> Países incluidos en el Anexo “C” del convenio Internacional del Cacao 2010.	26
<b>TABLA 2.5.</b> Operacionalización de variables	32
<b>TABLA 3.1.</b> Nomenclatura de las muestras de estadios en estudio	37
<b>TABLA 3.2.</b> Fechas empleadas para los 3 momentos de cosecha	42
<b>TABLA 3.3.</b> Registro de fechas de acopio y de pesos por cada lote de cacao en baba.	44
<b>TABLA 3.4.</b> Códigos designados por cada Tratamiento Resultante	53
<b>TABLA 4.1.</b> Resultados promedio de las propiedades físicas por cada estado de madurez.	62
<b>TABLA 4.2.</b> Análisis de Varianza con Puntuaciones de color como variable respuesta	63
<b>TABLA 4.3.</b> Método de Tukey con una confianza de 95% para el análisis del color de cáscara.	63
<b>TABLA 4.4.</b> Análisis de Varianza (ANOVA) con el diámetro longitudinal de mazorca	65
<b>TABLA 4.5.</b> Análisis de Varianza (ANOVA) con el peso de mazorca entera (g).	65
<b>TABLA 4.6.</b> Análisis de Varianza (ANOVA) con el peso de cacao en baba (g) por mazorca	66
<b>TABLA 4.7.</b> Análisis de Varianza (ANOVA) con peso de cáscara (g) como variable respuesta.	66
<b>TABLA 4.8.</b> Análisis de Varianza (ANOVA) con número de pepas como variable respuesta.	67
<b>TABLA 4.9.</b> Resultados promedio de las propiedades Químicas por cada estado de madurez.	67
<b>TABLA 4.10.</b> Análisis de Varianza (ANOVA) con grados Brix° como variable respuesta.	68
<b>TABLA 4.11.</b> Método de Tukey con una confianza de 95%, para el análisis de los grados Brix°.	68
<b>TABLA 4.12.</b> Análisis de varianza con la Acidez Total Titulable como variable respuesta.	69
<b>TABLA 4.13.</b> Método de Tukey con la Acidez Total Titulable evaluada.	70
<b>TABLA 4.14.</b> Análisis de Varianza con el índice de Madurez como variable respuesta.	71
<b>TABLA 4.15.</b> Método de Tukey con confianza de 95% para el Índice de Madurez.	71
<b>TABLA 4.16.</b> Porcentajes de fermentación en la prueba de corte en fresco	76
<b>TABLA 4.17.</b> Resultados promedio de las propiedades Físicas evaluadas por cada Tratamiento.	79
<b>TABLA 4.18.</b> Análisis de Varianza (ANOVA) con la Humedad como variable respuesta.	79
<b>TABLA 4.19.</b> Método de Tukey con una confianza de 95%; con el factor tiempo de Aguante.	80
<b>TABLA 4.20.</b> Método de Tukey con una confianza de 95%; con el factor tipo de fermentador.	81
<b>TABLA 4.21.</b> Método de Tukey con confianza de 95%; con la interacción de ambos factores.	81
<b>TABLA 4.22.</b> Análisis de Varianza (ANOVA) con el Índice de grano como variable respuesta.	82
<b>TABLA 4.23.</b> Método de Tukey con confianza de 95%; con el factor tipo de fermentador.	83
<b>TABLA 4.24.</b> Método de Tukey con un 95% de confianza, considerando ambos factores	83
<b>TABLA 4.25.</b> Análisis de Varianza (ANOVA) con Calibre de grano como variable respuesta.	85
<b>TABLA 4.26.</b> Método de Tukey considerando la influencia del factor tipo de fermentador.	85
<b>TABLA 4.27.</b> Método de Tukey considerando ambos factores con una confianza de 95%.	86
<b>TABLA 4.28.</b> Análisis de varianza con % de Fermentación Total como variable respuesta.	87
<b>TABLA 4.29.</b> Método de Tukey con 95% de confianza para factor Tiempo de aguante.	87
<b>TABLA 4.30.</b> Resultados de análisis químicos en los tratamientos con muestras sin cáscara.	89
<b>TABLA 4.31.</b> Resultados de análisis químicos en los tratamientos con muestras con cáscara	90
<b>TABLA 4.32.</b> Resultados de análisis microbiológicos de los tratamientos en estudio.	91
<b>TABLA 4.33.</b> Análisis de Varianza (ANOVA) con los puntajes de cada Catador.	91
<b>TABLA 4.34.</b> Método de Tukey con una confianza de 95% por cada tipo de tratamiento.	92
<b>TABLA 4.35.</b> Resumen del promedio resultante por cada muestra durante la primera catación.	92
<b>TABLA 4.36.</b> Resumen del promedio resultante por cada muestra durante la segunda catación.	97

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>GRÁFICO 4.1.</b>	Evolución de temperaturas en Montones, Sacos y cajones con 0 días de aguante.	72
<b>GRÁFICO 4.2.</b>	Evolución de temperaturas en Montones, Sacos y cajones con 3 días de aguante.	73
<b>GRÁFICO 4.3.</b>	Evolución de temperaturas en Montones, Sacos y cajones con 5 días de aguante.	74
<b>GRÁFICO 4.4.</b>	Evolución de la humedad en tratamientos con 0 días de aguante.	76
<b>GRÁFICO 4.5.</b>	Evolución de la humedad en tratamientos con 3 días de aguante.	77
<b>GRÁFICO 4.6.</b>	Evolución de la humedad en tratamientos con 5 días de aguante.	77
<b>GRÁFICO 4.7.</b>	Rendimientos a partir del cacao seco obtenido por cada tratamiento	78
<b>GRÁFICO 4.8.</b>	Perfil sensorial del tratamiento con 0 días de aguante fermentado en Montones.	93
<b>GRÁFICO 4.9.</b>	Perfil sensorial del tratamiento con 0 días de aguante fermentado en Sacos.	94
<b>GRÁFICO 4.10.</b>	Perfil sensorial del tratamiento con 3 días de aguante fermentado en Montones.	95
<b>GRÁFICO 4.11.</b>	Perfil sensorial del tratamiento con 5 días de aguante fermentado en Montones.	96
<b>GRÁFICO 4.12.</b>	Perfil sensorial del tratamiento con 0 días de aguante fermentado en Cajones.	98
<b>GRÁFICO 4.13.</b>	Perfil sensorial del tratamiento con 3 días de aguante fermentado en sacos.	99
<b>GRÁFICO 4.14.</b>	Perfil sensorial del tratamiento con 3 días de aguante fermentado en cajones.	100
<b>GRÁFICO 4.15.</b>	Perfil sensorial del tratamiento con 5 días de aguante fermentado en sacos.	101
<b>GRÁFICO 4.16.</b>	Perfil sensorial del tratamiento con 5 días de aguante fermentado en Cajones.	102

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA 2.1.</b> Cacao Nativo orgánico de los cacaotales del caserío Linderos de Maray.	8
<b>FIGURA 2.2.</b> Zonas de producción de cacao en el mundo.	10
<b>FIGURA 2.3.</b> Frutos de los cacaotales del caserío Linderos de Maray, Morropón, Piura.	17
<b>FIGURA 2.4.</b> Mazorca de cacao quebrada después de 3 días de haber sido cosechada.	18
<b>FIGURA 2.5.</b> Productores al nivel mundial de cacao en grano.	25
<b>FIGURA 2.6.</b> Perú, rendimiento y producción de cacao.	28
<b>FIGURA 2.7.</b> Departamentos productores del cacao en el 2015.	28
<b>FIGURA 2.8.</b> Cacaotal de una de las parcelas de los productores de COOPAGRO LINDEROS.	30
<b>FIGURA 3.1.</b> Muestras rotuladas listas para los análisis de la investigación.	35
<b>FIGURA 3.2.</b> Cosecha de frutos verdes, pintones y maduros.	36
<b>FIGURA 3.3.</b> Codificación de cada mazorca en campo	37
<b>FIGURA 3.4.</b> Empleo de Tabla Munsell color Book para la identificación de color de cáscara.	38
<b>FIGURA 3.5.</b> Forma adaptada para la Medida del diámetro longitudinal de cada mazorca.	38
<b>FIGURA 3.6.</b> Peso del fruto y del cacao en baba (g)	39
<b>FIGURA 3.7.</b> Contabilización de pepas por cada fruto en análisis.	39
<b>FIGURA 3.8.</b> Refractómetro Portátil Digital – Rango 0.0-53.0%. Marca ATAGO	40
<b>FIGURA 3.9.</b> Equipo de titulación empleado según AOAC 942.15. (2005)	41
<b>FIGURA 3.10.</b> Cosecha de mazorcas con el empleo de una tijera de cosecha.	42
<b>FIGURA 3.11.</b> Rumo de Mazorcas de cacao nativo con 5 días de aguante bajo sombra.	42
<b>FIGURA 3.12.</b> Quiebre de mazorca con el empleo de un tronco de madera.	43
<b>FIGURA 3.13.</b> Acopio de Cacao en baldes limpios de COOPAGRO Linderos.	43
<b>FIGURA 3.14.</b> Recepción y peso de cacao en baba	44
<b>FIGURA 3.15.</b> Ruma de cacao en fermentación con 3 días de aguante en mazorca.	45
<b>FIGURA 3.16.</b> Ruma de cacao con un día en fermentación antes de ser cubierta.	46
<b>FIGURA 3.17.</b> Ruma de cacao con tres días en fermentación antes de ser cubierta.	46
<b>FIGURA 3.18.</b> Cacao nativo fermentando en un sacos de polipropileno.	47
<b>FIGURA 3.19.</b> Cajones tipo escalera de madera tipo tornillo.	47
<b>FIGURA 3.20.</b> Acondicionamiento de cajones para la fermentación del cacao nativo.	48
<b>FIGURA 3.21.</b> 2 <sup>do</sup> día de fermentación en cajones tipo escalera	48
<b>FIGURA 3.22.</b> Toma de temperatura con un termómetro digital de CONTROL COMPANY.	49
<b>FIGURA 3.23.</b> Remoción de la masa fermentable con el uso de una pala de madera.	50
<b>FIGURA 3.24.</b> Prueba de corte en fresco al tercer día de fermentación.	50
<b>FIGURA 3.25.</b> Grano con características que lo describen como fermentado.	51
<b>FIGURA 3.26.</b> Medidor de Humedad portátil digital <i>Draminski Twistgrain</i>	51
<b>FIGURA 3.27.</b> Secado de cacao nativo con 5 días de aguante sobre tarimas	52
<b>FIGURA 3.28.</b> Zaranda empleada para la clasificación del cacao nativo en Coopagro Linderos.	52
<b>FIGURA 3.29.</b> Medidor de Humedad Agua-Boy KPM	54
<b>FIGURA 3.30.</b> Peso de 100 granos de cacao beneficiado con el uso de una balanza analítica	54
<b>FIGURA 3.31.</b> Prueba de corte con el uso de una guillotina	55
<b>FIGURA 3.32.</b> Muestras de cacao beneficiado de 3 tratamientos diferentes.	56
<b>FIGURA 3.33.</b> Cacao tostado listo para separar la testa del cotiledón	57
<b>FIGURA 3.34.</b> Nibs de tres muestras de tratamientos distintos	57
<b>FIGURA 3.35.</b> Refinadoras empleadas para la preparación de licor de cacao.	58
<b>FIGURA 3.36.</b> Licor de cacao listo en Pírex de tres tratamientos distintos.	58
<b>FIGURA 3.37.</b> Baño maría empleado para calentar cada muestra de licor de cacao	59
<b>FIGURA 3.38.</b> Catadores del área de cacao de la Cooperativa Agraria Norandino LTDA.	59
<b>FIGURA 3.39.</b> Catadores de la Cooperativa Agraria Norandino LTDA.	60
<b>FIGURA 4.1.</b> Mazorcas del estadio 4 evaluadas de coloración Amarillo.	64

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>ANEXO 1:</b> Ficha de evaluaciones físicas de granos de cacao	113
<b>ANEXO 2:</b> Ficha de análisis sensorial de cacao	114
<b>ANEXO 3:</b> Nomenclatura del color de cáscara por cada estadio y su réplica.	115
<b>ANEXO 4:</b> Descripción cualitativa del color de cáscara.	115
<b>ANEXO 5:</b> Puntaje según el color y pigmentación observada en la cáscara.	115
<b>ANEXO 6:</b> Diámetro longitudinal por mazorca (Altura) (cm)	116
<b>ANEXO 7:</b> Peso de mazorca entera (g) por estadio de madurez y su réplica.	116
<b>ANEXO 8:</b> Peso de cacao en baba por mazorca (g)	116
<b>ANEXO 9:</b> Peso de cáscara por mazorca evaluada (g)	116
<b>ANEXO 10:</b> Número de pepas por mazorca evaluada.	117
<b>ANEXO 11:</b> Grados Brix <sup>o</sup> por cada estadio y su réplica	117
<b>ANEXO 12:</b> Acidez Total Titulable por cada estadio y su réplica (g ácido cítrico / 100 ml)	117
<b>ANEXO 13:</b> Índice de madurez por cada estado evaluado y su réplica	117
<b>ANEXO 14:</b> Registro de temperaturas (°C) en el centro térmico de cada tratamiento.	118
<b>ANEXO 15:</b> Temperaturas del tipo de fermentador en Montones con 0 días de aguante (175)	118
<b>ANEXO 16:</b> Temperaturas del tipo de fermentador en Sacos con 0 días de aguante (789)	119
<b>ANEXO 17:</b> Temperaturas del tipo de fermentador en cajones con 0 días de Aguante (389)	119
<b>ANEXO 18:</b> Temperaturas del tipo de fermentador en montones con 3 días de aguante (456)	120
<b>ANEXO 19:</b> Temperaturas del tipo de fermentador en sacos con 3 días de aguante (589)	120
<b>ANEXO 20:</b> Temperaturas del tipo de fermentador en cajones con 3 días de aguante (189)	121
<b>ANEXO 21:</b> Temperaturas del tipo de fermentador en montones con 5 días de aguante (843)	121
<b>ANEXO 22:</b> Temperaturas del tipo de fermentador en sacos con 5 días de aguante (435)	122
<b>ANEXO 23:</b> Temperaturas del tipo de fermentador en cajones con 5 días de aguante (725)	122
<b>ANEXO 24:</b> Registro de humedades (%) durante los días de secado	123
<b>ANEXO 25:</b> Peso de cacao en seco y rendimiento por cada tratamiento	123
<b>ANEXO 26:</b> Humedad en % según la NTP ISO 2451 2006. (Obtenida con AQUABOY KPM)	123
<b>ANEXO 27:</b> Índice de grano obtenido en gramos (g) por cada tratamiento resultante.	124
<b>ANEXO 28:</b> Calibre de grano obtenido en gramos (g) por cada tratamiento resultante.	124
<b>ANEXO 29:</b> Porcentaje de grano blanco obtenido por cada tratamiento evaluado.	124
<b>ANEXO 30:</b> Porcentaje de Fermentación Total obtenido por cada tratamiento evaluado.	124
<b>ANEXO 31:</b> Ficha de análisis físico en el tratamiento 175 (Montones con 0 días de aguante)	125
<b>ANEXO 32:</b> Ficha de análisis físico en el tratamiento 789 (Sacos con 0 días de aguante)	126
<b>ANEXO 33:</b> Ficha de análisis físico en el tratamiento 389 (Cajones con 0 días)	127
<b>ANEXO 34:</b> Ficha de análisis físico en el tratamiento 456 (Montones con 3 días de aguante)	128
<b>ANEXO 35:</b> Ficha de análisis físico en el tratamiento 589(sacos con 3 días de aguante)	129
<b>ANEXO 36:</b> Ficha de análisis físico en el tratamiento 189 (Cajones con 3 días de aguante)	130
<b>ANEXO 37:</b> Ficha de análisis físico en el tratamiento 843(Montones con 5 días de aguante)	131
<b>ANEXO 38:</b> Ficha de análisis físico en el tratamiento 435 (Sacos con 5 días de aguante)	132
<b>ANEXO 39:</b> Ficha de análisis físico en el tratamiento 725 (Cajones con 5 días de aguante)	133
<b>ANEXO 40:</b> Análisis químicos y microbiológicos de los 9 tratamientos en estudio dentro del proceso de beneficio postcosecha.	134
<b>ANEXO 41:</b> Puntajes de cada tipo de tratamiento evaluado durante la primera catación.	135
<b>ANEXO 42:</b> Puntajes de cada tipo de tratamiento evaluado durante la segunda catación.	137
<b>ANEXO 43:</b> Calificación de muestras según su puntaje.	138
<b>ANEXO 44:</b> COOPERATIVA AGROPECUARIA LINDEROS DE MARAY, MORROPON, PIURA, PERU.	138
<b>ANEXO 45:</b> Especificaciones del Proceso de Beneficio Postcosecha optimizado.	139



## RESUMEN

La investigación persiguió el objetivo de optimizar y controlar el proceso de beneficio postcosecha del cacao nativo orgánico (*Theobroma cacao L.*) de COOPAGRO Linderos. Se utilizó un diseño de bloques para los análisis de madurez y un diseño Factorial 3<sup>k</sup> para el tiempo de “aguante” y tipo de fermentador. Las propiedades estudiadas según cuatro estadios de madurez fueron: físicas (Color, peso, diámetro longitudinal y número de pepas) y químicas (<sup>0</sup>Brix, Acidez Total Titulable e Índice de Madurez). Las propiedades evaluadas según el tiempo de aguante en días (0D, 3D y 5D) y el tipo de fermentador (Montones-M, Sacos-S, Cajones-C) fueron: físicas (% Humedad, % Fermentación, índice y calibre de grano) y químicas (Grasa, Proteína, Fibra y Cenizas). Se reconoce influencias satisfactorias por parte del Estadio-4 (mazorca amarilla) en el puntaje de percepción del color de cáscara, en el IM y en <sup>0</sup>Brix mientras que el Estadio-2 y Estadio-3 solo en <sup>0</sup>Brix. Por otro lado la interacción 0D-C es la que mejor influye en la Humedad (5,30 %) mientras que la 5D-M en el índice (1,48 g) y el calibre (147, 685 g) del grano. El tiempo de aguante de 3D relevó el mayor porcentaje de fermentación Total (90,67 %) mientras que el de 5D los máximos valores en Grasa, Proteína y Fibra. En la caracterización microbiológica todos los tratamientos reportan resultados satisfactorios en presencia de Mohos; mientras que en presencia de levaduras, solo las interacciones 3D-M y 5D-M poseen valores inesperados. En atributos sensoriales el tratamiento 189R (3D-C) presentó el mejor perfil organoléptico.

**Palabras clave:** Postcosecha del cacao, tiempo de “aguante”, Índice de Madurez (IM) y optimización de un proceso.

## ABSTRACT

The research pursued the objective of optimizing and controlling the process of postharvest benefit of the native organic cocoa (*Theobroma cacao* L.) in COOPAGRO Linderos. The analysis in maturity used the design of Blocks and the Factorial design  $3^k$  was used for the evaluations with variables: time of "Aguante" and type of fermenter. The properties studied according to for stages of maturity were: physical (skin color, weight, longitudinal diameter and number of seeds) and chemical ( $^{\circ}$ Brix, Total titratable acidity and Maturity Index). The properties evaluated according to the time of "Aguante" in days (0D, 3D and 5D) and the type of fermenter (pile-M, sacks-S, drawers-C) were: physical (% Humidity, % Fermentation, grain index and grain size) and chemical (Fat, Protein, Fiber and Ashes). Stage-4 (yellow skin color) revealed a satisfactory influence in score on skin color, IM and  $^{\circ}$ Brix while stages-2 and stage3 only in  $^{\circ}$ Brix. In addition, the interaction 0D-C has the best influences in humidity (5,30%) while the interaction 5D-M in the index (1,48 g) and in the size (147, 685 g) of the grain. 3D of "Aguante" time reported the highest percentage of total fermentation (90,67%), while 5D the maximum values in fat, protein and fiber. In the microbiological characterization all treatments reveal satisfactory results in the presence of molds; while the interaction 3D-M and 5D-M have unexpected values in the presence of the yeasts. For sensorial attributes, the 189R treatment (3D-M) presented the best organoleptic profile.

**Key words:** Postharvest of cocoa, "Aguante" time, Maturity Index (IM) and Optimization of a process.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente, el departamento de Piura posee un gran potencial agrícola; reflejado en su amplia gama de frutos con importante interés comercial. Entre estos frutos se encuentra el “Alimento de los dioses”, como lo dijo en su momento Carlos Lineeo. Este cultivo de la región Piura se ha empezado a llamar nativo y no criollo por las características particulares que lo distinguen, cuya producción se ha identificado principalmente en el valle del Alto y Medio Piura. Según el Convenio Internacional del Cacao 2010 de la ICCO, el Perú es considerado como el segundo país productor y exportador de cacao fino después de Ecuador. Es por este motivo que desde hace algunos años, empresas chocolateras de todo el mundo visitan el país con el fin de cerrar contratos directamente con los productores de cacao, comprometiendo al agricultor en tomar conciencia en la mejora de sus buenas prácticas agrícolas o manufactureras en toda la cadena de valor para ofrecer un producto de calidad (Armando, 2016). A lo largo del tiempo su consumo se ha ido incrementado al igual que las exigencias del consumidor en cuanto a su calidad sensorial, especialmente del tipo de Cacao nativo piurano (*Theobroma cacao L.*).

Hoy en día, los proyectos que se realizan buscan mejorar los sistemas de calidad y producción, lo cual es importante para el desarrollo de las empresas o cooperativas cacaoteras. Tal es el caso de los agricultores del Distrito de Santa Catalina de Mossa, Morropón, Piura, que interesados en incrementar el nivel de ingresos de asociados/as de la Cooperativa Agropecuaria Linderos de Maray; han buscado elaborar un mejor sistema para asegurar la calidad de su cacao, optimizando el beneficio postcosecha del cacao nativo (producto reconocido y solicitado por mercados internacionales).

El objetivo propio de la presente investigación, se basó en optimizar y controlar el proceso de beneficio postcosecha del cacao nativo orgánico de la Cooperativa Agropecuaria Linderos de Maray (COOPAGRO Linderos); que se estableció sobre una base experimental con los criterios de madurez, el tipo de fermentador y los días de “aguante” de la mazorca, de esta manera se identificó y garantizó aquellos parámetros para el beneficio de obtener un cacao nativo de muy buena calidad. Es por ello que el desarrollo de la presente investigación se ejecutó al margen del problema identificado que buscó saber ¿Qué resultados satisfactorios se obtendrán al optimizar y controlar el proceso de beneficio postcosecha del cacao nativo orgánico (*Theobroma cacao L.*) de la Cooperativa Agropecuaria Linderos de Maray (COOPAGRO Linderos)? Asimismo la respuesta al problema planteado se llevó a cabo valiéndose de la metodología de los análisis físico-químicos, microbiológicos y sensoriales considerados en la investigación.

La hipótesis general que identifica a la optimización y el control del proceso de beneficio postcosecha del cacao nativo orgánico de la Cooperativa Agropecuaria Linderos de Maray (COOPAGRO Linderos) como actividades idóneas que evitan las pérdidas de la calidad físico-química, sensorial y que garantizan una adecuada inocuidad alimentaria; se verificó valiéndose del estudio y del análisis de cada uno de los resultados obtenidos de las variables evaluadas.

Finalmente se discutió los resultados y se planteó las respectivas conclusiones, que en su conjunto pretenden contribuir con futuras investigaciones y como guías de aplicación

en el proceso de beneficio postcosecha del cacao nativo. Asimismo siempre se buscó que en el ámbito del manejo postcosecha del cacao; existan mayores fuentes de investigación, información y aplicación para las cooperativas, asociaciones, empresas y agricultores, que carecen de conocimiento en el tema; pero que tienen la necesidad y el arduo interés en obtener un cacao nativo de excelente calidad para la satisfacción del cliente o consumidor.



# **CAPÍTULO I: ASPECTOS DE LA PROBLEMÁTICA**

## **1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.**

La Cooperativa Agropecuaria Linderos de Maray, agrupa a productores/as dedicados a la agricultura familiar en base a cultivos diversificados como el cacao, arroz, pastos, bambú, soya, yuca además de crías de vacunos, cerdos y aves, distribuidos entre los caseríos de Higuerones, Maray, Linderos de Maray, Casablanca en la zona baja del distrito y Comunidad Campesina de Santa Catalina de Mossa, Morropón, Piura, Perú.

El 2015, la Municipalidad de Piura y la ONGD CIPCA, realizaron un estudio de las cadenas productivas de mayor potencialidad de mercado en el distrito de Santa Catalina de Mossa, identificándose para la zona baja a los cultivos de cacao, bambú y ganadería. Particularmente el cacao, la variedad criolla blanca, porcelana o llamada actualmente como nativa por haberse identificado atributos particulares pertenecientes a cacaos cultivados solo de la región Piura. Asimismo esta variedad es considerada como la de mayor potencial por ser de alta demanda internacional por sus características en términos de sabor, aroma y color, siendo muy importante el conservar este fruto por la amplia visión de negocios a la que se proyecta.

Son innumerables las propuestas de mercado que involucran a el cacao nativo como materia prima de procesamiento e innovación; pero su manipulación debe tener muy potencializados aspectos como: El poseer la abundante y adecuada materia prima y el contar con muy buenas técnicas de calidad, involucradas con el proceso de beneficio postcosecha del fruto. Al contrastar ambos aspectos antes mencionados con el entorno observable; se logra identificar sin lugar a duda la alta disponibilidad de materia prima; encontrándose muy potencializada en los últimos años; debido a que el Departamento de Piura, cuenta con condiciones excepcionales para la agricultura; con un potencial agrícola en superficie de 386 777,42 hectáreas y con un total de 142 850 productores agropecuarios según el IV censo nacional agropecuario del año 2012. Sin embargo, el problema reside en el nivel de calidad de los manejos postcosecha que el cacao recibe por parte de los agricultores o acopiadores de la zona; considerándose hasta hoy, como persistentes problemas de control en las empresas, asociaciones o cooperativas cacaoteras nacionales e internacionales.

En la zona, el cacao se cultiva aproximadamente desde hace 30 años y se ha registrado entre los asociados una área de 12.50 hectáreas de cacao nativo, con manejo orgánico. Realizan la postcosecha en chacra obteniendo un producto muy heterogéneo en fermentado (menor al 65%), con alta humedad (entre 8 y 14%) y numerosos granos defectuosos (superior de 4%). Por ello lo venden a precios bajos, seco o en baba de manera individual al mercado de Morropón, sin embargo por las experiencias de otros productores en el valle del Alto Piura y por la demanda de cacao de calidad, se tomó la decisión de fortalecer capacidades para insertarse de manera sostenible a la cadena productiva, que es una de las más potenciales en aporte por parte del valle del alto Piura.

La mesa técnica de Cacao de Piura, entre sus objetivos estratégicos plantea la investigación para el mejoramiento de la competitividad; el fortalecimiento de la asociatividad, el mejoramiento de la calidad y productividad, etc. De esta manera, por la constante búsqueda

de procedimientos que aseguren la obtención de un cacao nativo de excelente calidad; se planteó el presente proyecto de investigación basado en optimizar y controlar el proceso de beneficio postcosecha del cacao nativo; considerado como un importante punto crítico dentro de la cadena de valor; cuyos procedimientos de desarrollo son factores determinantes en las características propias del cacao nativo y en el valor de calidad que se le otorgue.

El desarrollo del presente estudio se ejecutó al margen del problema identificado donde se buscó saber ¿Qué resultados satisfactorios se obtendrán, al optimizar y controlar el proceso de beneficio postcosecha del cacao nativo orgánico (*Theobroma cacao* L.) de la Cooperativa Agropecuaria Linderos de Maray (COOPAGRO Linderos)?

## **1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.**

### **1.2.1. Justificación**

Con la realización de este proyecto se buscó conocer las condiciones apropiadas del proceso que satisfagan el objetivo propio la optimización y control postcosecha del cacao nativo de la variedad *Theobroma cacao* L. Además de obtener valores idóneos en los criterios de madurez, parámetros del tiempo de “aguante” de la mazorca y selección adecuada del tipo de fermentador; se tuvo como finalidad minimizar las pérdidas de calidad físico-química y sensorial. Asimismo se incluyó una adecuada caracterización microbiológica del grano seco y fermentado. Cabe mencionar que el gran consumo de derivados a partir de los granos de esta fruta; ha conducido a muchos importadores en aumentar sus niveles de exigencia en cuanto al rubro de calidad. Esto se debe a que muchos son conocedores de que la calidad del cacao en grano es el factor determinante e influyente en la calidad final de un chocolate y sus derivados ;para que así finalmente se logre satisfacer el gusto del consumidor y de la misma forma se proporcione importantes propiedades nutricionales para la salud humana.

El deseo del estudio en la optimización y el control del proceso de beneficio postcosecha, se motivó por el interés en un fruto en particular: el cacao nativo de la variedad *Theobroma cacao* L. Este interés de investigación no solo se surgió por la cantidad de beneficios nutricionales que posee el fruto; sino porque se trata de un cultivo no estacionario, de procedencia orgánica, de perfiles finos de aroma y que si se busca el constante desarrollo de su valor agregado, se convertirá en una amplia e importante visión del aumento en diversidad de producción y en la economía de la agroindustria e industria de alimentos del Perú. No obstante se evitó considerar como primeras opciones de investigación y procesamiento, aquellos frutos de tipo estacionales o comúnmente llamados frutos de campaña; sino que se buscó promover el aprovechamiento de los recursos no estacionales, orgánicos y potenciales de la región.

El distrito de Santa Catalina de Mossa perteneciente a la provincia de Morropón, el año 2014 tomó la decisión de conservar, proteger y darle un adecuado aprovechamiento al bosque seco de colina de 1842 hectáreas ubicado entre 130 a 1000 msnm, entre los caseríos de Higuerones, Maray, Linderos de Maray y Algodonal. Del mismo modo con la participación de la Gerencia de Recursos Naturales del Gobierno

Regional Piura, ha gestionado ante el MINAM el reconocimiento como Área de Conservación Privada. Esta área, está incluida dentro del sitio prioritario *Paltashaco*, reconocida en el Plan Director del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado y es acatada mundialmente como un área de importancia para la conservación de las Aves. Por ello para lograr mantener los bosques en muy buenas condiciones, es de prioridad rentabilizar la agricultura familiar en las zonas aledañas, identificándose al cultivo de cacao nativo como la mejor alternativa.

### **1.2.2. Importancia**

Con el estudio se pretendió conseguir información detallada y actualizada sobre la optimización y control del proceso de beneficio post cosecha de cacao nativo; para ser aplicado en las empresas, asociaciones productoras y cooperativas peruanas, ya que en los últimos años el Perú se ha convertido en uno de los principales productores y exportadores de cacao fino de aroma a nivel internacional. Además, cabe destacar que el cacao peruano es reconocido como fino de aroma y es utilizado por las mejores empresas chocolateras de países como Suiza, Francia y Bélgica.

Optar por el estudio del cacao nativo y su manipulación en el manejo postcosecha es de suma importancia; porque contribuye de diferentes formas a destacar el amplio valor de comercialización de este fruto y el buen posicionamiento en el mercado. Por ello no solo basta en lograr que el cacao nativo, cultivado en el Perú; sea reconocido al nivel mundial; sino se es necesario aplicar una mejora continua; que busque constantemente innovar, desarrollar, mejorar y proyectar la producción de este cultivo; considerando que los productos resultantes de su valor agregado, depende significativamente de los niveles de calidad en las actividades del manejo postcosecha de la materia prima.

Justificado en lo importante que es para empresas, asociaciones, cooperativas cacaoteras reducir el desarrollo repetitivo de pruebas experimentales que terminan demandando altos costos para su ejecución y de una inversión de tiempo excesivo; para al fin llegar a identificar las condiciones óptimas de trabajo que minimicen las pérdidas de calidad físico-química, microbiológica y sensorial del cacao; este estudio se involucró con aquellos productores de COOPAGRO Linderos dedicados al cultivo del cacao. Es por ello que sus procedimientos y parámetros empleados para sus labores de cosecha y postcosecha no se aplicaran a la deriva; sino que se usaran referencias experimentales sustentadas en la presente investigación; para así de este modo asegurar la obtención de un cacao nativo de excelente calidad. Con ello se demuestra que involucrarse con el buen manejo postcosecha de la materia prima y buscar soluciones idóneas para su optimización y control es un reto muy grande, pero su investigación y desarrollo trae directa e indirectamente beneficios para todos.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. Objetivo General**

Optimizar y controlar el proceso de beneficio postcosecha del cacao nativo orgánico (*Theobroma cacao L.*) de la Cooperativa Agropecuaria Linderos de Maray (COOPAGRO Linderos).

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Realizar análisis de las propiedades físicas (color, diámetro longitudinal, peso y número de pepas) y químicas (°Brix, acidez total Titulable e índice de madurez) del cacao nativo orgánico de la Cooperativa Agropecuaria Linderos de Maray; en diferentes estados de madurez, a fin de determinar los más adecuados para el proceso de beneficio postcosecha.
- Determinar el efecto que ejerce el tiempo de “aguante” de la mazorca (tiempo transcurrido entre la cosecha y quiebre de la mazorca) y el tipo de fermentador sobre las propiedades físico-químicas de los granos de cacao nativo orgánico (*Theobroma cacao L.*) de la Cooperativa Agropecuaria Linderos de Maray.
- Realizar una caracterización microbiológica en los granos de cacao nativo orgánico, seco y fermentado de la Cooperativa agropecuaria Linderos de Maray; a fin de garantizar una adecuada inocuidad alimentaria.
- Realizar evaluaciones sensoriales en la etapa final del beneficio para la exportación del cacao nativo orgánico (*Theobroma cacao L.*) de COOPRAGRO Linderos; según las diferentes condiciones de postcosecha evaluadas en la investigación.

### **1.4. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.**

Como parte de una delimitación espacial; la presente investigación desarrolló su proceso de beneficio postcosecha en el centro de acopio de la Cooperativa Agropecuaria Linderos de Maray. Asimismo se trabajó con frutos de los cacaotales del caserío de Linderos de Maray y pueblo Nuevo de Maray; pertenecientes al distrito de Santa Catalina de Mosa de la provincia de Morropón, Piura, Perú. Del mismo modo se consideró una delimitación temporal según las temporadas de cosecha de la zona; que iniciaron desde el mes de mayo y se extendieron hasta el mes de julio del año 2018 para el inicio y desarrollo del proceso de beneficio postcosecha. Pasados los meses requeridos para la experimentación, monitoreo y control en campo; se continuó por el resto del año con el desarrollo de los análisis físicos, químicos, microbiológicos y estadísticos considerados para el logro de todos los objetivos planteados en la investigación.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

**Bravo (2010)**, desarrolló una investigación, en cuyo objetivo se evaluó las características fisicoquímicas de las almendras de cacao más adecuadas para su industrialización, de materiales clonados de cacao de mayor uso y de mejor comportamiento agronómico en la Región San Martín. Esta investigación se realizó con los clones de la variedad trinitario (CCN 51, UF 613, ICS 1, ICS 95 y THS 565), clon de la variedad forastero (IMC 67) y el cacao de la variedad criollo de la Región San Martín, que fueron cosechados, desgranados manualmente, fermentados recién cosechados (AM0) y a los 3 días de la recolección (AM3) y expuestos al sol para determinar los cambios fisicoquímicos que ocurren durante la fermentación y secado, los índices físicos y propiedades físicas. Con los resultados obtenidos se reveló que los clones de la variedad trinitarios presentaron los contenidos más altos de temperatura, humedad, acidez, pH y sólidos solubles. Sin embargo el clon UF 613 de la variedad trinitario le correspondió la mayor cantidad de granos fermentados, el AM3 de granos negros y el AM0 con mayor peso de grano y porcentaje de cascarilla. Asimismo se concluyó que las propiedades del grano seco variaron en función de los factores evaluados, en tanto que las características fisicoquímicas dependieron de la condición del grano. Esta investigación evaluó al igual que el presente proyecto, el almacenamiento del fruto previo a la fermentación o llamado tiempo de “aguante” de la mazorca; así como los cambios fisicoquímicos variados.

Existen muchos parámetros dentro del proceso de beneficio postcosecha del cacao; que pueden ser variados, evaluados y analizados con el fin de buscar los mejores criterios para su aplicación en campo; en relación a esto último **Cordova (2016)** realizó un estudio de carácter descriptivo experimental; en la subcuenca del río Yapatera (Morropón - Piura), específicamente en los centros de acopio de Palo Blanco y Chililique; cuyo objetivo general se basó en evaluar el efecto de algunos factores en la fase de fermentación: tiempo de pre secado (Sin pre secado-3H-5H) y frecuencia de remoción FR1 (24h+24h+24h+24h)-FR2 (24h+48h+24h)-FR3 (48h+24h+24h) sobre el porcentaje de fermentación (%F) y en la fase de secado: tiempo de secado C1 (3h+3h+3h+4h+4h+5h) - C2 (3h+3h+4h+4h+5h+5h) - C3 (4h+4h+5h+5h+6h+6h) y frecuencia de remoción fr1 (1h) - fr2 (2h) sobre el porcentaje de humedad (%H). Esta investigación se realizó evaluándose algunos parámetros físicos, químicos, microbiológicos y un análisis sensorial de las muestras en estudio. Con los resultados obtenidos se recomendó que para el cacao piurano de la subcuenca del río Yapatera se debe tener un manejo post cosecha de 3H x FR2 - C2 x fr2 para el centro de acopio de Palo Blanco y 3H x FR2 - C3 x fr1 para el centro de acopio de Chililique. El estudio mencionado tiene una relación con la presente investigación; no solo porque se involucró con el control de actividades relacionadas con el manejo postcosecha; sino porque se direccionó al igual que el presente proyecto, en perseguir la optimización del proceso de beneficio postcosecha del cacao nativo en la misma Región del Perú.

Partiendo de la importancia del estudio en la búsqueda del buen manejo postcosecha; **Bravo Y Mingo (2011)** realizaron una investigación cuyo objetivo general se basó en evaluar tres métodos de fermentación y secado aplicados por los cacao-cultores de la parroquia Panguintza para mejorar la calidad y rentabilidad del cacao fino de aroma. En este estudio para su metodología experimental se usó un diseño al azar con tres repeticiones, con la siguiente

nomenclatura; FC (fermentación en cajones), FSP (fermentación en sacos de polipropileno), FSY (fermentación en sacos de yute), ST (secado en tendal), STC (secado en tendal con cubierta) y SM (secado en marquesina); utilizando para cada uno de ellos 25 Kg de cacao fresco. Asimismo en el laboratorio se realizó los siguientes análisis: Humedad; cenizas; azúcar total y reductor; pH en cotiledón, testa y total; grasa; acidez, Ca, Mg, K, Na, Fe y Zn. Finalmente con la investigación a partir de los resultados obtenidos se concluyó que realizando un adecuado control de los parámetros operativos como son: temperatura, humedad, remoción y monitoreo de fermentación; la mejor opción para que se obtenga un mejor rendimiento en el proceso post-cosecha es el uso de cajones de madera, que combinado con un secado en tendal con cubierta se optimiza tiempo y se alcanza un adecuado porcentaje de humedad en el grano final.

## 2.2. BASES TEÓRICAS

Se es importante señalar que se acuñó el término “nativo” debido al desarrollo reciente de estudios que lo señalan como un Cacao originario y propio de la zona con sus características particulares como las que se muestran en la Figura 2.1.



**Figura 2.1. Cacao Nativo orgánico de los cacaotales del caserío Linderos de Maray.**

Según García (2010), citado por la DIRECCIÓN GENERAL DE COMPETITIVIDAD AGRARIA (s/f) (2012); en el Catálogo de cultivares de cacao del Perú, reúne fichas informativas de un total de 73 cultivares procedentes de las principales zonas de producción de cacao en el Perú, ubicando al cacao blanco Piurano, dentro de los cultivares nativos; cuyo nombre varietal es porcelana, perteneciente al grupo genético Forastero Alto Amazonas Raza Nativa – Piura.

El cacao Nativo se define como aquella población o raza autóctona originaria de un lugar o zona específica de un país; que se ha domesticado y seleccionado de manera incipiente y que las culturas locales lo han propagado por semilla botánica y conservada a través de generaciones. Por ejemplo: el Chunchu (Cusco), el “Criollo de Montaña” de Satipo y el llamado Porcelana (Piura), que pertenecen al grupo genético Forastero del Alto Amazonas, y no son del grupo genético Criollo o Nacional (Weston, 2016).

En los siguientes párrafos se describen algunas nociones básicas del cacao, sus características, clasificación y otros conceptos claves de la optimización y control del proceso de beneficio postcosecha del cacao nativo orgánico, considerados como bases teóricas en la investigación.

### **2.2.1. Cacao (*Theobroma cacao* L.)**

Guerrero (2007), define el cacao como la semilla que proviene del fruto de árbol *Theobroma cacao* L., planta originaria del bosque húmedo tropical de América del Sur, concentrándose los mayores volúmenes en los países tropicales, principalmente en África, Asia, América Central y del Sur.

Se ha señalado que el centro primario de diversidad del cacao se encontraría en la región nororiental del Perú (Krug y Quarter-Papafio, 1964 citado por Armando *et al.*, 2016); sin embargo, la existencia de poblaciones silvestres y nativas dispersas en la región central y sur de la Amazonía alta, apoyaría la hipótesis de que el lugar de origen incluiría la región centro y suroriental del Perú, las cuencas de los ríos Huallaga, Ucayali y Urubamba (García, 2000 citado por Armando *et al.*, 2016).

La parte comestible de las semillas son sus cotiledones, que con un adecuado beneficio sufren cambios importantes durante el proceso de postcosecha y manufactura, originando un sabor y aroma bastante apreciado por los consumidores de chocolates alrededor del mundo. Las semillas sometidas a procesos de cosecha y beneficio constituyen lo que usualmente de acuerdo a las normas internacionales denominamos cacao en grano que puede ser de grado 1, de grado 2 o fuera de clasificación (descarte), que viene a ser la materia prima requerida para la industria procesadora de alimentos (confitería y chocolate de mesa) y productos cosméticos. (Guerrero *et al.*, 2007).

#### **2.2.1.1. Cultivo del cacao**

El árbol del cacao se cultiva en las regiones tropicales. Es comercialmente cultivada entre 15° al norte y 15° al sur de la línea ecuatorial como se muestra en la Figura 2.2. Sin embargo, se puede encontrar hasta las latitudes subtropicales entre 23°26' (límite del Trópico de Cáncer) al norte y 23°26' (límite del Trópico de Capricornio) al sur de la línea ecuatorial. El rango de temperatura promedio anual va de 23° a 30° C, siendo el óptimo de 25° C (Gómez, 2014 citado por Armando *et al.*, 2016). Se cultiva desde el nivel del mar hasta los 1 200 msnm, siendo el óptimo de 500 a 800 msnm.

Fuente: Ubicación y distribución de los países productores de cacao (Armando *et al.*, 2016)

#### 2.2.1.2. Composición química

10



**Tabla 2.1. Composición química y valor nutricional (Con 100 g de semillas de cacao secas).**

Elementos	Valor
Calorías (kcal)	456
Agua (g)	3,6
Proteínas (g)	12,0
Grasa Total (g)	46,3
Carbohidratos totales (g)	34,7
Carbohidratos disponibles(g)	34,7
Cenizas (g)	3,4
Fibra cruda (g)	8,6
Calcio (mg)	106
Fosforo (mg)	537
Hierro (mg)	3,6
Retinol (mg)	2
Vit. B1 (Tiamina) mg	0,17
Vit. B2 (Riboflamina) mg	0,14
Vit. B3 (Niacina) mg	1,70
Vit.C (Ácido ascórbico) mg	3,0

Fuente: Reyes *et al*, (2009)

## **2.2.2. Clasificación del cacao**

La clasificación del cacao se ha desarrollado a lo largo del tiempo dependiendo de varios puntos de vista; ya sea genéticos, comerciales o grupos botánicos. Sin embargo según los modernos estudios de Motamayor *et al*, 2008, en la Amazonía sudamericana, han permitido presentar una nueva clasificación de germoplasma de cacao en diez grandes grupos (Marañón, Curaray, Criollo, Iquitos, Nanay, Contamana, Amelonado, Purús, Nacional y Guyana) que reflejan con mayor precisión la diversidad genética. Según Armando *et al.*, 2016, esta clasificación exacta es más utilizable para fitomejoramiento respecto a la clasificación tradicional de criollo, forastero o trinitario; pero actualmente aún se continúan empleando clasificaciones antiguas y comerciales. Por ello en los siguientes párrafos se describirán a mayor detalle las variedades de clasificación existentes del cacao.

### **2.2.2.1. Desde el punto de vista botánico**

Desde el punto de vista botánico o genético, la especie *Theobroma cacao* L. se clasifica en:

- **Criollo**

Según Pettipher (1986) citado por Bravo *et al.*, (2010), el cacao criollo es originario de Centroamérica, Colombia y Venezuela. Se distingue por tener frutos de cáscara suave, con 10 surcos, combinando un surco profundo con otro de menor profundidad. Los lomos son brotados y terminan en una punta delgada. Las semillas son dulces y de color blanco a violeta. De esta variedad se produce el cacao fino o de mejor calidad.

Solo representa entre el 5% al 8% de la producción mundial, en la medida que su cultivo es muy difícil, propenso a plagas: esta situación ha influido en la limitada propagación e incluso disminución de sus áreas de cultivo (Duran 2010, citado por Armando *et al.* (2016). Entre las variedades más importantes de cacao criollo tenemos el Criollo porcelana (Maracaibo-Zulia), que es considerado uno de los mejores cacaos del mundo; el Criollo andino, que produce frutos rojos y verdes antes de madurar; y Criollo pentágona, que produce frutos con cinco bordes prominentes (Arpide, 2007 citado por Armando *et al.*, 2016).

Actualmente no existe cacao criollo puro, sino lo que llamamos variedades acriolladas debido a que han tenido varios cruces con otras variedades. Según Pettipher (1986) citado por Bravo *et al.*, (2010), cita las siguientes características generales:

- ✓ Mazorcas cilíndricas con 10 surcos profundos simples o en cinco pares.
- ✓ Cáscara verrugosa delgada o gruesa con una ligera capa lignificada en el centro del pericarpio; con o sin depresión en el cuello.
- ✓ Puntas agudas en cinco ángulos, rectas o curvadas y el Color de la mazorca varía del verde al rojo.
- ✓ Semillas blancas o ligeramente pigmentadas, cilíndricas u ovales.
- ✓ Árboles más bajos, menos robustos que otras variedades, copa redonda; con hojas pequeñas, ovaladas, color verde claro y gruesas. Susceptibles a la mayoría de enfermedades.
- ✓ Flores con pedicelos cortos, estaminoides y líneas guías de los pétalos color rosado claro.

- **Forastero**

Originario de la Alta Amazonía, es el de mayor producción en los países de África y Asia. Por ser resistente y poco aromático es principalmente usado para mezclar y dar cuerpo al chocolate. (Armando *et al.*, 2016)

Según Armando *et al.*, 2016, el cacao forastero se considera como el cacao ordinario nativo de Brasil, Perú, Bolivia y Colombia. Se cultiva principalmente en: Perú, Ecuador, Colombia, Brasil Guayanas y Venezuela. Se ha expandido hacia el África Occidental (Costa de Marfil, Ghana, Camerún y Santo Tomé) y, posteriormente, hacia el sudeste asiático. Estas dos últimas regiones actualmente representan entre el 80% al 85% de toda la producción mundial.

En base a la cata, este tipo de cacao es fuerte y amargo, ligeramente ácido; con mucho tanino y astringencia. Tiene una gran potencia aromática, pero sin finura ni diversidad de sabores. Sin embargo, tienen un excelente rendimiento, cosecha precoz, árbol vigoroso y resistente a las enfermedades.

- **Trinitario**

Es un híbrido entre el Criollo y el Forastero, originario de la isla Trinidad; nunca se ha encontrado en estado silvestre. Es más aromático que el Forastero y más resistente que el Criollo. Representa entre el 10% al 15% de la producción mundial. La variedad más importante de este tipo, es el cacao CCN-51. (Morales y Borda, 2015 citado por Armando *et al.*, 2016).

#### **2.2.2.2. Según los grupos genéticos en el Perú**

Según Armando *et al.*, (2016), en el Perú también existen una serie de cultivares agrupados en grupos genéticos o germoplásmicos naturales y/o artificiales al que pertenecen los cultivares de cacao. Estos están de acuerdo a la clasificación propuesta por Lachenaud, en 1997:

- Criollo
- Forastero del Alto Amazonas o Amazonas
- Forastero del Bajo Amazonas o Guyanas
- Nacional.
- Un quinto grupo genético (artificial), corresponde a los cultivares Trinitarios.

La Tabla 2.2 es el resumen de la distribución de estos grupos genéticos en términos porcentuales a nivel nacional (2011), de manera que un 44% de las áreas corresponden al cacao fino (variedades criollo y nativos), es decir 37 119 hectáreas; mientras que el cacao común o corriente, que está conformado por los grupos genéticos CCN-51 (híbrido), corresponde al 53,6% de los cultivos; y el grupo Trinitario y Forastero, con el 2,2% (1 855 hectáreas), ambos grupos (corrientes) suman un total de 47 300 hectáreas (56% del total). (MINAGRI(s/f), 2014)

Cabe señalar que, la región San Martín es la que presenta mayor área de cultivos de cacao: 28 984 hectáreas (34% del total). De esta, el 90% son plantaciones de cacao de la variedad CCN-51 (26,086 hectáreas) y un 8% de la variedad Criollo y Nativo (2 139 hectáreas). Le sigue en importancia la región Cusco con 21 740 hectáreas (25,6% del total), con 60% de plantaciones de cacao Criollo y Nativo (13 044 hectáreas) y 8 261 hectáreas de cacao CCN-51 (38%). (Armando *et al.*, 2016)

La región Junín con 9 356 hectáreas de cacao (11% del total), posee el 65% de plantaciones de la variedad Criollo y Nativo (6 081 hectáreas) y el 33% de la variedad CCN-51 (3 087 hectáreas). Otras regiones con importantes plantaciones de cacao de las variedades Criollo y Nativo son Ayacucho con 6 149 y Amazonas 4 459 hectáreas respectivamente. (Armando *et al.*, 2016)

**Tabla 2.2. Distribución de cultivares de cacao en el Perú al 2011, en hectáreas.**

Total Nacional		Cacao Fino		Cacao común o corriente			
Producción	%	Criollo + Nativo	%	CCN-51	%	Trinitario + Forastero	%
84737	100	37119	44	45445	53,6	1855	2,2

Fuente: MINAGRI(s/f), 2014- DGPA-DEEIA

### 2.2.2.3. Desde el punto de vista comercial e Industrial

Según Armando *et al.*, (2016); desde el punto de vista comercial e industrial, en el mercado mundial generalmente se clasifican los granos de cacao en dos categorías (Organización Internacional del Cacao - ICCO): el cacao convencional y el cacao fino de aroma (CFDA):

- **Cacao convencional**

Llamado también básico, bulk, común o normal según el país. Es decir “Cacao básico” en EE.UU, “cacao común” en Europa, bulk en ambas regiones (aunque también se refiere al cacao embarcado a granel sin sacos) y “cacao normal”. A esta última variedad pertenece el cacao CCN-51. (Centro de Comercio Internacional UNCTAD/OMC, 2001 citado por Armando *et al.*, 2016).

El cacao convencional procede, en su mayoría, de África, Asia y Brasil, y pertenecen esencialmente al tipo cacao “forastero”. (Armando *et al.*, 2016). Este tipo de cacao se destina en gran parte para la producción de manteca de cacao, polvo de cacao, aromatizante en recetas domésticas, en la preparación de varios alimentos y bebidas instantáneas.

- **Fino de aroma**

Según la Organización Internacional del Cacao, se le llama al cacao en grano con determinadas características distintivas apreciadas por su aroma y sabor, que no pueden ser reproducidas utilizando otros tipos de granos. Este tipo de cacao, proviene de las variedades Criolla y Trinitaria y posee aromas y sabores frutales, florales, de nueces y de malta. (MINAGRI (s/f), 2014)

Esta variedad de cacao representa aproximadamente entre el 5% al 8% de la producción mundial, con el 76% concentrado en Guatemala, Colombia, Ecuador, Venezuela y Perú. (Armando *et al.*, 2016)

### **2.2.3. Calidad en el cacao**

Calidad es la clasificación que dan los países compradores y los fabricantes a las almendras de cacao por su apariencia, humedad, contenido de materiales extraños, mohos, insectos, etc. La calidad del cacao depende del fin al que se lo destine y las exigencias del mercado al que van dirigidos sus productos terminados. Estas exigencias han venido incrementándose a través del tiempo, a medida que el consumidor cuenta con mayor información disponible y una amplia oferta de productos de diferentes procedencias y calidades (Hardy, 1961; citado por Bravo *et al.*, 2010).

La calidad final del cacao resulta de un largo proceso que se inicia en la finca con la selección del terreno y la siembra del material genético apropiado, continua con la aplicación de buenas prácticas agrícolas, combinado con la influencia de los factores climáticos sobre el desarrollo del fruto. Luego prosigue con la fase de beneficio que abarca la cosecha, apertura de mazorcas, extracción de semillas, fermentación y secado, y culmina con la clasificación, empaque y almacenamiento de las almendras (Moreno y Sánchez, 1989; citado por Yanzapanta, 2014).

Según ANECACAO (2006), la calidad del grano de cacao está relacionada con las características físicas que presentan el cacao en sus análisis. En la Tabla 2.3 se muestran algunos requisitos según la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 176, dependiendo de cada uno de los tipos de cacao que son cultivados y reconocidos por su alta productividad y calidad en el vecino país del Ecuador.

**Tabla 2.3. Requisitos de las calidades del Cacao beneficiado**

Requisitos	Unidad	Cacao arriba					CCN-51
		ASSPS	ASSS	ASS	ASN	ASE	
Cien granos pesan Buena	g	135-140	130-135	120-125	110-115	105-110	135-140
fermentación (mínimo)	%	75	65	60	44	26	65***
Ligera fermentación * (mínimo)	%	10	10	5	10	27	11
Total fermentado (mínimo)	%	85	75	65	54	53	76
Violeta (máximo)	%	10	15	21	25	25	18
Pizarroso/pastoso (máximo)	%	4	9	12	18	18	5
Moho (máximo)	%	1	1	2	3	4	1
Totales (análisis sobre 100 pepas)	%	100	100	100	100	100	100
Defectuosos (máximo) (análisis sobre 500 gramos)	%	0	0	1	3	4**	1

\* Coloración marrón violeta

\*\* Se permite la presencia de granza solamente para el tipo ASE

\*\*\* La coloración varía de marrón violeta

Fuente: Norma Técnica Ecuatoriana INEN 176.ANECACAO (2006).

Las variedades que se muestran en la Tabla 2.3 son: ASSPS (Arriba Superior Summer Plantación Selecta), ASSS (Arriba Superior Summer Selecto), ASS (Arriba Superior Selecto), ASN (Arriba Superior Navidad), ASE (Arriba Superior Época) y CCN51 (Colección Castro Naranjal).

La Ordenanza Modelo de las Normas Internacionales para los Granos de Cacao define que el cacao de calidad comercial debe ser: a) fermentado, completamente seco, sin granos húmedos, libre de olores anormales o extraños, y libre de cualquier evidencia de adulteración; b) razonablemente uniforme en tamaño, razonablemente libre de granos rotos, fragmentos y piezas de concha, y prácticamente libre de materias extrañas (FAO/OMS, 1969 citado por Armando *et al.*, 2016).

## **2.2.4. Principales factores que afectan la calidad**

### **2.2.4.1. Genética**

Sánchez (2007), expresa que la variabilidad genética en cacao tiene gran influencia en las características de las almendras de cacao, el sabor, color, tamaño de la almendra, contenido de manteca y sobre todo, aroma que pueda desprender después de la torrefacción. El sabor potencial del cacao fino o del tipo criollo es debido básicamente a la variabilidad genética de los árboles que lo producen; sin embargo, el desarrollo del sabor y aroma a chocolate dependen del correcto proceso de fermentación y secado.

### **2.2.4.2. Ambiente**

Ciertas características de las almendras de cacao se ven afectadas por el ambiente durante el desarrollo de la mazorca. La deficiencia de agua y nutrientes en el suelo reduce el tamaño de las mazorcas y las almendras (Moreira, 1994, citado por Sánchez *et al*, 2007).

### **2.2.4.3. Manejo post cosecha y/o beneficio**

- **Cosecha de las mazorcas**

Consiste en la recolección de los frutos del árbol del cacao en el que debe tenerse en cuenta la madurez de las mazorcas, cuyo estado se reconoce comúnmente por la coloración de los mismos (Bravo *et al.*, 2010). Los frutos verdes se tornan amarillos vistosos cuando maduran como los de la Figura 2.3 y los de color rojo o carmelitas pasan a una tonalidad naranja.



**Figura 2.3. Frutos de los cacaotales del caserío Linderos de Maray, Morropón, Piura.**

La cosecha de los frutos depende de la abundancia de mazorcas maduras y el tamaño de la plantación. Si la plantación es grande, se puede cosechar cada 8 a 15 días. Si la plantación es pequeña, quizá se pueda hacerlo cada quincena o mes; en todo caso, no hay que dejar sobre madurar las mazorcas, por cuanto las almendras germinan dentro del fruto y quedan inutilizadas. (Gramacho, 1992 citado por Bravo *et al.*, 2010).

- **Quiebra de mazorcas y desgrane de almendras**

Se denomina quiebra a la operación que consiste en partir la mazorca, como aquel fruto de la Figura 2.4. Asimismo consiste en extraer las almendras; las cuales una vez separadas de la placenta, serán sometidas a la fermentación. El tiempo entre el desgrane y la puesta en fermentación no debe exceder las 24 horas. (APPCACAO, s/f). Una vez amontonadas las mazorcas en un lugar determinado, se debe efectuar la quiebra y de allí transportar las almendras en baldes a los fermentadores.



**Figura 2.4. Mazorca de cacao quebrada después de 3 días de haber sido cosechada.**

Para realizar la quiebra se pueden utilizar machetes cortos sin filo. Para ello, se efectúa un corte longitudinal a las mazorcas con sumo cuidado a fin de no cortar las almendras que permanecen adheridas a la placenta. La separación de los granos se realiza a mano. Una alternativa para realizar la quiebra es el uso de un mazo pequeño de madera con el cual se rompen las mazorcas dejando en libertad a las almendras (APPCACAO, s/f)

- **Fermentación**

Es el proceso bioquímico de capital importancia en relación con la calidad de los granos, que consiste en la colocación de los granos recién desgranados en recipientes adecuados o pilas que deben cubrirse para



crear un ambiente semicerrado. Así ocurre la eliminación de la baba o mucílago azucarado y dentro de la almendra, la muerte del embrión, la transformación de los cotiledones y la formación de las sustancias precursoras del sabor y aroma a chocolate que dan la calidad propia al cacao. Existen diferentes métodos de fermentación, siendo los más comunes: cajones de madera, rumas o montones y en sacos ya sea de yute o polipropileno. (Guerrero *et al.*, 2007).

Bravo *et al.* (2010), expresa que el número de días de la fermentación no puede generalizarse, depende del material genético, el método de fermentación y la cantidad por fermentar. Durante la fermentación la temperatura en la masa de almendras puede subir hasta 50°C aproximadamente. Cuando la temperatura llega a 45° C, los embriones de la semilla mueren, y ese momento marca el inicio de los cambios bioquímicos que luego darán el sabor y el aroma a chocolate. La Fermentación termina cuando los granos se ven hinchados, el embrión ha muerto, el exceso de humedad se ha reducido considerablemente y la temperatura desciende a la del medio ambiente.

- **Secado**

El secado tiene como finalidad eliminar el exceso de humedad de los granos de cacao, al término del proceso de fermentación las almendras tienen alrededor de 50 a 56% de humedad, el que deberá reducirse a un rango de 7% - 8 %, límite considerado como crítico para el almacenamiento y así evitar el desarrollo de hongos (mohos). Durante este proceso continúa el proceso de fermentación, las almendras de cacao terminan los cambios para obtener el sabor y aroma a chocolate, por lo que se recomienda un secado lento durante los dos primeros días. También en ese momento cambian los colores, apareciendo el color marrón (café), típico del cacao fermentado y secado correctamente (Guerrero *et al.*, 2007).

- **Clasificación**

Consiste en eliminar todas las impurezas, placentas, granos mohosos, partidos, germinados y vanos (sin almendra), esto mediante proceso manual o haciendo pasar las almendras a través de zarandas, dejando solamente los granos bien fermentados y secos, a fin de obtener uno de mayor valor comercial (INIA, 2009; citado por Bravo *et al.* 2010).

Paredes *et al.* (2004), citado por Gómez (2013), afirma que de acuerdo a los parámetros de calidad del grano del cacao exigidos por la Unión Europea que son los que por lo general se toma como referencia en el comercio internacional del cacao; el tamaño mínimo permitido del grano es de un gramo por grano. Por esta razón es importante realizar una adecuada selección del grano de cacao utilizando para ello zarandas construidas de mallas con medidas de orificio de un cm<sup>2</sup> que permita pasar los granos más pequeños y retener los de mayor calibre.

- **Almacenamiento**

El almacenamiento del cacao juega un papel preponderante. Si no es realizado en perfectas condiciones todo el esfuerzo realizado en obtener un producto de calidad puede echarse a perder. Terminado el secado los granos se envasan en costales de yute y si todavía están calientes, se dejará enfriar antes de ensacarlos.

El ambiente donde se va almacenar debe estar exento de olores extraños, como los provenientes de pesticidas, combustible, alimentos con olores penetrantes, etc. Se debe evitar del todo la contaminación por humo (APPCACAO, s/f).

## **2.2.5. Defectos influyentes en la calidad del cacao en grano**

ANECACAO (2001), citado por Bravo *et al.* (2010), ha podido encontrar que los principales defectos que presentan las organizaciones de productores son casi generalizados, se desarrollan en forma similar y son atribuidos a las mismas deficiencias en las diferentes fases del proceso.

### **2.2.5.1. Defectos originados en el cultivo**

- Granos planos, achatados, pasilla o vano: Es el grano de cacao cuyos cotiledones se han atrofiado hasta tal punto que cortando la semilla no es posible obtener una superficie de cotiledón, es decir, tiene menos de 5 mm de espesor medido entre las dos caras. Su origen es la mala fecundación.
- Grano negro: Es el grano que proviene de los frutos atacados por enfermedades.

### **2.2.5.2. Defectos originados en la cosecha**

- Grano germinado: Es aquel grano de cacao cuya cáscara ha sido perforada, rajada o rota por el crecimiento del germen de la semilla. Generalmente son de frutos sobre maduros. Por los orificios producidos; son vulnerables al ataque de mohos e insectos.
- Grano negro: Proviene de la cosecha general que realiza el productor que va recogiendo y amontonando para la quiebra.
- Grano violáceo: Proviene de semillas de los frutos verdes o inmaduros.

### **2.2.5.3. Defectos originados en la quiebra**

- Grano cortado: Es aquel grano que ha sufrido deterioro en su estructura por la acción del corte de la mazorca el cual pasa hasta la semilla.

- Grano negro: Proviene de semillas de frutos enfermos los cuales no son separados en el momento de la extracción de la semilla mezclándose con la buena. En su mayoría éstos están afectados por mohos.
- Adquieren impurezas: Se adhieren restos de cáscara (para aumentar el peso, pican la cáscara), colocan la placenta, corazón, tripa o agalla, la cual tiene alto contenido de azúcares se seca con dificultad. En el almacenamiento el grano tiende a hidratarse y a enmohecerse contaminando el resto de granos.

#### **2.2.5.4. Defectos originados en la fermentación**

- Grano violáceo: (Insuficiente fermentado) Grano cuyos cotiledones presentan un color violeta intenso, por lo menos en la mitad de su superficie, cuando se hace un corte longitudinal a través del centro del grano
- Grano pizarroso: Es un grano sin fermentar, que muestra en su interior un color pizarroso de color gris negruzco o verdoso y de aspecto compacto en la mitad o más de su superficie cuando se hace un corte longitudinal a través del centro del grano.
- Grano sobre fermentado: Cuyos granos han excedido el tiempo de fermentación y ha empezado la fase proteolítica, produciéndose cambios en el olor. Se reconoce generalmente por el olor fuerte a una fermentación prolongada.
- Grano múltiple o gemelos: Son dos o más granos unidos íntimamente por una de sus caras con restos de mucílago.
- Grano con restos de mucílago: Es el grano que no ha sido fermentado (grano meloso), que tiene alto contenido de mucílago en la cáscara, la cual tiende a quemarse o tornarse de color negro en el secado (azúcar quemada) y generalmente es pizarroso.

#### **2.2.5.5. Defectos originados en el secado**

Algunas situaciones pueden conducir a que el secado no ocurra en forma eficiente, trayendo por consiguiente la contaminación por impurezas, malos olores, granos quebrados y mohosos:

- Grano mohoso: Es el grano de cacao en cuyas partes internas o externas tienen crecimiento de mohos a simple vista, sufre deterioro parcial o total en su estructura interna debido a la acción de hongos, determinado mediante prueba de corte. Se produce cuando el producto no ha sido secado a niveles de 7 – 8 % de humedad, inicialmente se torna un color blanco en la parte externa.
- Grano quebrado o partido: Es el grano roto o fragmentado. Se producen por la forma de secado empleada, especialmente cuando la remoción la realizan con los pies, los granos se exponen al pisoteo, y se hacen más

vulnerables al ataque de insectos, plagas y hongos en el cacao almacenado.

- Adquieren impurezas u otras contaminaciones: Por la forma de secado en carreteras, aceras o patios de tierra, la contaminación con restos de excrementos de animales, la adhesión de tierra, los patios improvisados provocan la absorción de malos olores que sustituyen el aroma característico del grano de cacao y desmejoran grandemente su calidad y consecuentemente su valor.

#### 2.2.5.6. Defectos originados en el almacenamiento

El cacao que ha sido fermentado y seco es suficientemente higroscópico, que si está mal almacenado puede alcanzar un contenido de humedad superior a 8%; lo que favorece el desarrollo interno de hongos y la infestación por insectos.

- Grano mohoso: Se produce cuando el grano es almacenado húmedo, cuando recupera humedad y cuando no es almacenado adecuadamente ya sea en el envase apropiado y/ acondicionamiento. Generalmente es moho interno y se muestra de color blanco, gris o verdoso, predominando los hongos del género *Aspergillus* y *Penicilium*.
- Granos con olor a humo: Proviene de pequeños lotes de cacao, conservados en las cocinas ahumadas de las comunidades o caseríos, junto a los diferentes productos (carne o pescados) a los que se aplica este método de conservación.
- Grano infestado, atacado por insectos: Es aquel grano de cacao en cuyas partes internas se encuentran insectos en cualquier fase de desarrollo o que presentan características de daño causado por los mismos y que se detecta a simple vista la presencia de la larva o cuando el grano ha sido consumido.

### 2.3. GLOSARIO DE TÉRMINOS BÁSICOS

**Adulteración:** El término adulteración en este contexto cubre la alteración de la composición del grano de cacao clasificado por cualquier medio de manera tal que la mezcla resultante o combinación no corresponde al grado prescrito, o su calidad o sabor son afectados, su volumen o masa alterados. (NTP- ISO 2451, 2006).

**Acidez:** Propiedad organoléptica de sustancias puras o de mezclas cuya degustación produce un sabor ácido. (NTP –ISO 5492,2008).

**Ácido** (sabor): Describe el sabor elemental producido por soluciones acuosas diluidas de la mayoría de los ácidos, por ejemplo, cítrico, tartárico. (NTP –ISO 5492,2008)

**Amargo** (Sabor): Describe el sabor elemental producido por soluciones acuosas diluidas de diversas sustancias tales como la quinina, algunos otros alcaloides y la cafeína. (NTP –ISO 5492,2008)

**Amargor:** Propiedad organoléptica de sustancias puras o de mezclas cuya degustación produce un sabor amargo. (NTP –ISO 5492,2008)

**Análisis descriptivo cuantitativo, perfil:** Método basado en términos descriptivos para identificar las propiedades sensoriales de una muestra y evaluar la intensidad de cada propiedad. (NTP –ISO 5492,2008)

**Análisis sensorial:** Examen de las propiedades organolépticas de un producto realizable con los sentidos. (NTP –ISO 5492, 2008)

**Aroma:** Propiedad organoléptica perceptible por el órgano olfativo, por vía retro-nasal durante la degustación. (NTP –ISO 5492,2008)

**Aspecto:** Conjunto de atributos visibles de un objeto o sustancia. (NTP –ISO 5492-2008)

**Astringencia:** Propiedad organoléptica de sustancias puras o de mezclas cuya degustación produce una sensación de sequedad. (NTP –ISO 5492, 2008)

**Atributo:** Característica perceptible. (NTP –ISO 5492, 2008)

**Cacao seco:** Término comercial que designa al grano de cacao el que ha sido uniformemente secado y cuyo contenido de humedad corresponde a los requisitos de la NTP ISO-2451. (NTP - ISO, 2006)

**Calidad:** Conjunto de propiedades y características de un producto o servicio que confiere su capacidad de satisfacer necesidades expresadas o implícitas. (NTP –ISO 5492, 2008)

**Catador:** Persona seleccionada por su capacidad para llevar a cabo una prueba sensorial. (NTP –ISO 5492, 2008)

**Dulce (Sabor):** Describe el sabor elemental producido por soluciones acuosas tales como la sacarosa. (NTP –ISO 5492,2008)

**Escala:** Continuo dividido en espacios sucesivos, que puede ser gráfico, descriptivo o numérico y que sirve para expresar juicios cuantitativos. (NTP –ISO 5492, 2008)

**Grano de cacao:** Es la semilla proveniente del árbol de cacao (*Theobroma cacao L*), sana, limpia, fermentada adecuadamente y secada. (NTP-ISO 2451, 2006)

**Grano mohoso:** Grano de cacao en cuya parte interna el hongo es visible a simple vista. (NTP-ISO 2451,2006)

**Grano Pizarroso:** Grano de cacao que muestra un color pizarroso (grisáceo) en la mitad o más de la superficie expuesta por el método descrito en la NTP – ISO 1114. (NTP-ISO 2451, 2006)

**Grano violáceo:** Es el grano de cacao insuficientemente fermentado que presenta un color violáceo, por lo menos en la mitad de su superficie, cuando se hace un corte longitudinal a través del centro del grano. (NTP-ISO 2451,2006)

**Grano dañando por insecto:** Grano de cacao que en la parte interna contiene insectos en estado de desarrollo, o que ha sido atacado por insectos que han causado daño visible a simple vista. (NTP-ISO 2451,2006)

**Grano Germinado:** Grano de cacao en el que la cascarilla ha sido agujereada, abierta o rota por la germinación de la semilla. (NTP-ISO 2451,2006)

**Grano plano:** Grano de cacao en el que los dos cotiledones son tan delgados que no es posible obtener una superficie del cotiledón por corte. (NTP-ISO 2451, 2006)

**Grano ahumado:** Grano de cacao que tiene olor o sabor ahumado o muestra signos de contaminación por humos. (NTP-ISO 2451,2006)

**Grano múltiple:** Son dos o más granos unidos íntimamente por una de sus caras con restos de mucilago. (NTP-ISO 2451, 2016)

**Grano roto:** Grano de cacao que ha perdido un fragmento, la parte perdida equivale a menos de la mitad del grano. (NTP-ISO 2451,2016)

**Gusto:** Sensaciones producidas por el órgano del gusto cuando es estimulado por ciertas sustancias solubles. (NTP –ISO 5492, 2008)

- Sentido del gusto
- Propiedades de los productos que originan las sensaciones gustativas.
- El término “gusto” no debe ser utilizado para designar el conjunto de sensaciones gustativas, olfativas y trigeminales que son designadas bajo el término de “Sabor”. Si en el lenguaje diario, este término es utilizado en este sentido, debe siempre estar acompañado de un calificativo, por ejemplo, gusto de moho, gusto de frambuesa, gusto de corcho. (NTP –ISO 5492-2008)

**Fragmento:** Una pieza del grano de cacao igual a menor que la mitad del grano original. (NTP-ISO 2451,2016)

**Intensidad:** Magnitud del estímulo que provoca la sensación percibida. (NTP –ISO 5492, 2008)

**Jurado, panel:** Grupo de personas seleccionadas para participar en una prueba sensorial. (NTP –ISO 5492, 2008)

**Olfativo:** Que pertenece al sentido del olfato. (NTP –ISO 5492, 2008)

**Organoléptico:** Califica los atributos de un producto, que son perceptibles por los órganos de los sentidos. (NTP –ISO 5492, 2008)

**Olor:** Propiedad organoléptica perceptible por el órgano olfativo cuando inspira determinadas sustancias volátiles. (NTP –ISO 5492, 2008)

**Sensación:** Reacción subjetiva que se produce por la estimulación sensorial. (NTP –ISO 5492, 2008)

**Sensorial:** Relativo a los órganos de los sentidos. (NTP –ISO 5492, 2008)

**Sabor:** Conjunto complejo de las propiedades olfativas gustativas y trigeminales que se perciben durante la degustación y que puede estar influido por las propiedades táctiles, térmicas, dolorosas e incluso por efectos cenestésicos. (NTP –ISO 5492, 2008)

## 2.4. MARCO REFERENCIAL

### 2.4.1. El cacao en el Mundo

El tipo de cacao que más se comercializa en el mundo es el cacao ordinario, que representa aproximadamente entre el 90% y 92% de la producción mundial y que proviene de las variedades forastero; mientras que el cacao fino o aromático, que proviene de las variedades criollo o trinitario, apenas participa entre el 5% al 8% del total mundial. (Armando *et al.*, 2016).

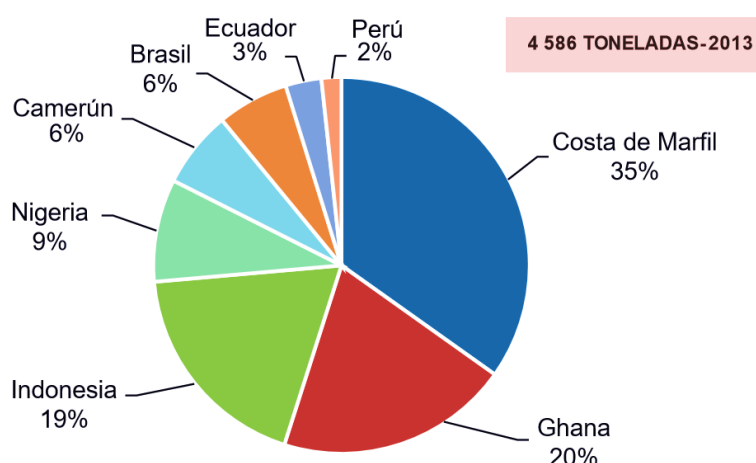
El rendimiento mundial de la producción de cacao en grano según Armando *et al.*, (2016) es un promedio de un 460 Kg/ha. En el caso del Perú, éste se encuentra con un nivel de rendimiento medio (650 a 700 Kg/ha) aunque por encima del promedio

mundial (485 Kg/ha). En cuanto a la demanda de cacao en grano, en la Unión Europea representa el 37% del consumo mundial, seguida por América del Norte con 24% y Asia con 16%. En esas regiones se concentran las principales empresas chocolateras como Hershey's, Mars y Nestlé. (Morales *et al.*, 2015). Del mismo modo según Batista (2009), menciona que el consumo de cacao en grano ha pasado de 1 millón de toneladas en 1961 a 4,2 millones en los últimos años.

#### 2.4.1.1. Producción Mundial

Según Armando *et al.*, (2016) menciona que al igual que en área cosechada, África es la mayor región productora de cacao, con una participación de alrededor del 71,6% del total mundial (2013), siendo en su mayoría exportada a Europa. Entre los países africanos destacan Costa de Marfil, Ghana, Nigeria, Camerún, Uganda y Togo.

Morales *et al.* (2015) menciona que en el año 2013 la producción mundial de cacao bordeó los 3.9 millones de toneladas; América constituyó con un 15% y Asia con un 13%. Es importante mencionar que solo dos países de África Occidental, Costa de Marfil (1.46 millones de toneladas) y Ghana (850.000 toneladas), representan más del 50% de la producción mundial como se ve representada en la Figura 2.5; además, la producción de región latinoamericana y caribeña fue de 605 000 toneladas, que representaron el 15% de la producción mundial.



**Figura 2.5. Productores al nivel mundial de cacao en grano.**

Fuente: FAOSTAD - Feb-(2016), citado por Armando *et al.*, (2016).

En cuanto a la producción del Perú con respecto a la producción mundial, se está incrementando paulatinamente su área y volumen de producción, de manera que actualmente se ubica en el 9° lugar en importancia en el mundo, (2% de la producción mundial como se muestra en la Figura 2.5). Sin embargo, muestra una tasa promedio de crecimiento de un 8,4% por año; solo superado por el incremento de México (8,6%) y Uganda (13,3%). El promedio mundial es de 2,4% entre los años 2000-2013. (Armando *et al.*, 2016)

#### 2.4.1.2. Países productores de CFdA reconocidos por la ICCO

Armando *et al.*, (2016) menciona que según el Convenio Internacional del Cacao 2010 se ha establecido en el primer párrafo del Art. 39 un mandato que plantea que periódicamente el Consejo Internacional del Cacao revise la lista de países que forman parte del Anexo C de dicho Convenio además de la proporción que producen y exportan exclusiva o parcialmente cacao fino o de aroma, con el propósito de establecer un sistema estadístico de producción y comercio de cacao fino y de aroma; asimismo implementar programas de apoyo y cooperación técnica para la promoción de su consumo y hacer de este cultivo sostenible.

**Tabla 2.4. Países incluidos en el Anexo “C” del convenio Internacional del Cacao 2010.**

Países	Consejo mayo 2008	Consejo Marzo 2011	Consejo Mayo 2016	Produ- cción Total **	Cacao Fino o Aromático para Exportación ***
Ecuador	75%	75%	75%	128446	96335
México	b/	100%	100%	82 000	82000
Perú	100%	90%	75%	71175	53381
Colombia	100%	95%	95%	46739	44402
Papua Nueva Guinea	75%	90%	90%	41200	37080
Venezuela	75%	95%	100%	31236	31236
República Dominicana	40%	40%	40%	68021	27208
Madagascar	100%	100%	100%	9000	9000
Indonesia	1%	1%	1%	777500	7775
Guatemala	b/	b/	50%	13127	6564
Bolivia	b/	100%	100%	4949	4949
Nicaragua	b/	b/	100%	2000	2000
Jamaica	100%	100%	95%	997	947
Santo Tome y Príncipe	35%	35%	35%	2617	916
Granada	100%	100%	100%	900	900
Costa Rica	100%	100%	100%	700	700
Honduras	b/	b/	50%	1100	550
Trinidad y Tobago	100%	100%	100%	500	500
Panamá	b/	b/	50%	750	375
Dominica	100%	100%	100%	200	200
Santa Lucía	100%	100%	100%	140	140
Belice	b/	b/	50%	66	33
Vietnam	b/	b/	40%	N.D.	-

\* Lista de países que son productores y exportadores de cacao fino o de aroma.

\*\* Fuente: FAOSTAT- Cifras de producción 2013.

b/ Países que no estaban en el Anexo "C".

\*\*\* Volumen calculado en relación al % de exportación de cacao fino señalado por la ICCO.

Fuente: Informes del Consejo Internacional del Cacao – ICCO, citado por Armando *et al.*, 2016.



La lista impuesta por ICCO mostrada en la Tabla 2.4 ha sido revisada en tres oportunidades, en la primera pasó de 15 a 17 países y recientemente se ha ampliado a 23 países productores de cacao fino o de aroma. En el caso del Perú, se encuentra considerada desde el inicio; sin embargo su calificación de exportador neto de cacao fino o de aroma ha venido declinando de 100% en el 2008, a 90% en el 2011 y 75% en el 2016. (Armando *et al.*, 2016)

## **2.4.2. El cacao en el Perú**

En el Perú existen distintas variedades de cacao que fueron introducidas desde El Caribe, América Central y Ecuador, además de los cruces con las variedades nativas. Por ello, se estima que posee el 60% de las variedades de cacao del mundo. La ICCO reconoce al Perú como un país con potencial de crecimiento en el cultivo del CFdA, al calificar al 90% de sus exportaciones como de este tipo. Según un estudio de mercado realizado por el Royal Tropical Institute de Holanda, las fortalezas del Perú en el cultivo del CFdA son: Alto rendimiento productivo relativo (comparado con Colombia, México y Ecuador inclusive); variedad de tipos de cacao, alta resistencia a enfermedades y plagas además de una buena calidad. (Morales *et al.*, 2015).

A pesar del incremento exponencial de la producción de cacao, el Perú afronta obstáculos que dificultan el desarrollo de las cadenas productivas de cacao. Uno de estos obstáculos es el bajo nivel organizacional de sus productores. De acuerdo con Larrea y Lynch, (2012) citado por Morales *et al.* (2015) existe entre un 60% y un 70% del total de productores de cacao que no están organizados, lo cual genera ineficiencias en la cadena productiva.

### **2.4.2.1. Producción Nacional del cacao**

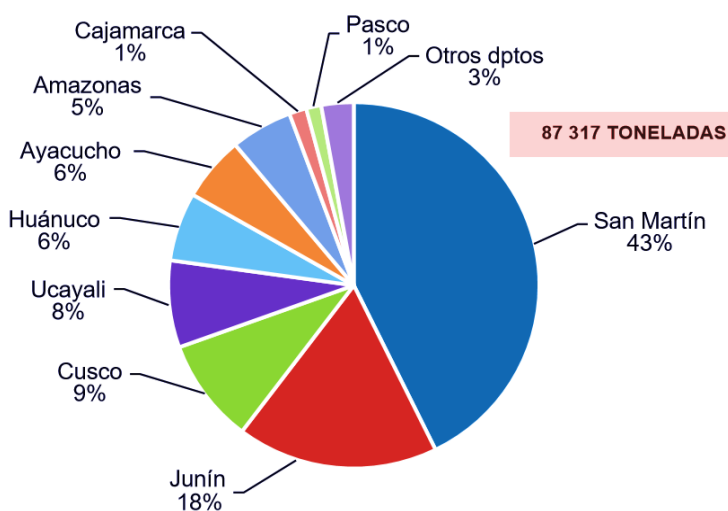
La producción del cacao según MINAGRI (2016), ha presentado un crecimiento anual (promedio) de un 4 % entre los años 2000-2008 y en una segunda etapa, entre los años 2009 y 2015, muestra un incremento promedio anual de un 15,5%. En cuanto a las áreas cosechadas, es importante mencionar que el incremento de la producción nacional de cacao en grano es producto de la ampliación de las áreas cosechadas; ya que en el 2015 se alcanza una extensión de 121,3 mil hectáreas.

En la Figura 2.6 según MINAGRI-DGSEP-DEA (2016), a partir del 2010 se nota un incremento sostenido del rendimiento de cacao, que alcanza los 736 Kg en el 2013. En el 2014 se registra un volumen de 766 Kg y en el 2015 el incremento de las áreas cosechadas hace disminuir el volumen del rendimiento medio a 720 kg/ha. Según Armando *et al.* (2016), la tasa de incremento anual nacional promedio es de 4,4% entre los años 2009 y 2015.



**Figura 2.6. Perú, rendimiento y producción de cacao.**  
Fuente: MINAGRI-DGSEP-DEA (2016).

Con relación a las regiones donde se produce cacao en grano, destacan según MINAGRI DGSEP- DEA (2016), citado por Armando *et al.* (2016), básicamente las regiones de San Martín con el 43%; Junín con el 18%, Cusco con 9%, Ucayali con 8% y Huánuco con 6%. Estas cinco regiones representan el 84% de toda la producción nacional como se representa en la Figura 2.7. Regiones como Ayacucho, Amazonas, Cajamarca, Tumbes, Loreto, Puno y Madre de Dios, también tienen producción de cacao en menores volúmenes.



**Figura 2.7. Departamentos productores del cacao en el 2015.**  
Fuente: MINAGRI DGSEP- DEA (2016).

#### 2.4.2.2. Principales empresas exportadoras de cacao en grano.

Respecto a las principales empresas exportadoras de cacao en grano, de acuerdo con cifras de la SUNAT, estas suman 95 unidades. Según MINAGRI DGSEP- DEA (2016), citado por Armando *et al.* (2016), en el 2015, tres entidades fueron asociaciones de productores participando con el 3,7% del volumen exportado; diez fueron cooperativas representando al

14,6% del volumen exportado y 82 fueron empresas individuales, participando con el 81% del total exportado.

En cuanto a las cooperativas exportadoras, tres de estas representan un volumen importante, la Cooperativa Agraria Cacaotera Acopagro (4 mil toneladas), la Cooperativa Agroindustrial Tocache Ltda. (1,1 mil toneladas) y la Cooperativa Agraria Norandino LTDA (967 toneladas). (Armando *et al.*, 2016)

### **2.4.3. El cacao en la Región Piura**

Según los reportes del 2014 de MINAGRI, Piura cuenta con 227,572 has., potencialmente aptas para la agricultura y que representa menos del 10% aproximadamente de la superficie total de la región.

Las actividades agroindustriales están dirigidas hacia el procesamiento de limón, mango y espárragos en las zonas costeras; no obstante, el “boom” del cacao y la excelente calidad organoléptica de este producto, puede augurarse que a un mediano plazo, Piura puede convertirse en una región agroexportadora importante del cacao (MINAGRI(s/f), 2014). Si bien el cacao no es el cultivo más importante de la región, por su poca producción e impacto en la economía regional; si lo es para los pequeños productores que poseen menos de una hectárea de cacao en los centros poblados de las subcuencas: Bigote, Serrán, Corral del Medio y Yapatera, que dependen de este producto como ingreso económico.

Actualmente, la producción de cacao se concentra principalmente en el valle del Alto y Medio Piura, desde Buenos Aires hasta Serrán, Tunal y Canchaque (provincias de Morropón y Huancabamba). En los últimos años, la actividad cacaotera ha ido aumentando debido al incremento de los precios como consecuencia de la mayor demanda externa por el cacao peruano, y en particular por el cacao *cv.* Porcelana, adaptado a los valles del Alto Piura y que se caracteriza por su fina calidad; motivo por el cual su cotización es superior al de los otros cultivares de cacao existentes en el país, y casi toda su producción se exporta a nichos de mercados especiales. ((MINAGRI(s/f), 2014)

A partir del año 2003 instituciones como la Cooperación Alemana (GTZ), la APPROCAP, CEPICAFE (actual Norandino) y el Gobierno Regional a través del Programa de Desarrollo Rural Sostenible (PDRS), y las Municipalidades de este ámbito, vienen asesorando a los agricultores en el manejo del cultivo y beneficio de postcosecha para promover la producción de cacao de calidad y su exportación al mercado de Europeo o Norte Americano.

#### **2.4.3.1. Cacao Nativo Piurano**

En los últimos años ha surgido una controversia sobre los orígenes del cacao Piurano. Entre esta controversia el Ministerio de agricultura y riego ha planteado su hipótesis en el informe final de estudio genético en

donde sustenta que existe una similitud entre los caracteres morfológicos de las mazorcas y semillas (cv. Porcelana) obtenidas en la cuenca del río Bigote (Piura) y las mazorcas-semillas de un árbol del distrito de Tabaconas ubicado en la provincia de San Ignacio, región de Cajamarca; lo cual demuestra que el cacao Piurano es peruano y no ecuatoriano. Sin embargo existen otras hipótesis que aún continúan investigándose sobre los orígenes del cacao Piurano.

Según un reciente artículo publicado por Weston *et al.* (2016), menciona “El Cacao - Piura es nativo de Piura”. Asimismo recalca que el cacao de Piura no es un cacao Nacional (Ecuatoriano) tampoco es el cacao blanco o cacao porcelana de CHUAO (Venezuela). Por ello se le ha dado actualmente nominaciones de “nativo” por parte de algunas cooperativas del norte (Coop. Norandino).

Weston *et al.* (2016), argumenta que el cacao Piurano es único, es un cacao nativo del Perú, no se cultiva en otro país y tampoco va a poder lograrse ya que Piura tiene una identidad mundialmente reconocida en los ambientes del cacao. En la Figura 2.8 se puede visualizar un cacaotal perteneciente al caserío de Linderos de Maray de la provincia de Morropón del departamento de Piura.



**Figura 2.8. Cacaotal de una de las parcelas de los productores de COOPAGRO LINDEROS.**

En el artículo de Weston *et al.* (2016) se hace referencia al ingeniero Luis García Carrión; quién en el 2007 hace el primer barrido de caracterizaciones de los cacaos que se encuentran en Piura. Después de analizarlos hace de conocimiento público que el cacao de Piura no es el mismo cacao porcelana de Chuao (Venezuela). (Weston *et al.*, 2016) .Es por ello que en muchas ocasiones el cacao piurano es llamado “porcelana” por su color mas no por la variedad porcelana perteneciente a Venezuela.

## **2.5. HIPÓTESIS**

### **2.5.1. Hipótesis general**

La optimización y el control del proceso de beneficio postcosecha del cacao nativo orgánico (*Theobroma cacao L.*) de la Cooperativa Agropecuaria Linderos de Maray; evita las pérdidas en la calidad físico-química, sensorial y garantiza una inocuidad alimentaria idónea.

### **2.5.2. Hipótesis específicas**

- El tipo de estado de madurez seleccionado afecta y varia significativamente las propiedades físicas (color, diámetro longitudinal, peso y número de pepas) y químicas (°Brix, acidez total Titulable e índice de madurez) del cacao nativo orgánico (*Theobroma cacao L.*) de la Cooperativa Agropecuaria Linderos de Maray.
- El tiempo de “aguante” de la mazorca (tiempo transcurrido entre la cosecha y quiebre de la mazorca) y el tipo de fermentador, son factores que afectan significativamente las propiedades físico-químicas de los granos de cacao nativo orgánico (*Theobroma cacao L.*) de la cooperativa agropecuaria Linderos de Maray.
- El tiempo de “aguante” de la mazorca (tiempo transcurrido entre la cosecha y quiebre de la mazorca) y el tipo de fermentador, son factores que afectan significativamente la caracterización microbiológica en los granos de cacao nativo orgánico, seco y fermentado de la Cooperativa Agropecuaria Linderos de Maray.
- El tiempo de “aguante” de la mazorca y el tipo de fermentador, influyen significativamente en las propiedades sensoriales del cacao nativo orgánico (*Theobroma cacao L.*) en la etapa final del beneficio para la exportación.

## 2.6. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

**Tabla 2.5. Operacionalización de variables**

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Unidad de Medida
Variables dependientes			
Propiedades físicas	Son aquellas características físicas que se pueden medir u observar sin alterar alguna composición del alimento en estudio.	<p>Las propiedades físicas por cada estado de madurez (color de la cáscara, diámetro longitudinal, peso y número de pepas) se evalúan con el empleo de una balanza analítica, una Tabla Munsell color Book y una regla graduada.</p> <p>Las propiedades físicas evaluadas en cada combinación resultante entre el tiempo de “aguante” de la mazorca y tipo de fermentador (%Humedad, Índice de grano; calibre de grano y % Fermentación Total) se evalúan mediante el uso de un humidímetro, una balanza analítica y con pruebas de corte físicas de los granos de cacao obtenidos después de la fermentación y secado.</p>	g, % y cm
Propiedades químicas	Son características químicas que pueden ser solo observadas cuando una sustancia sufre un cambio en su composición.	<p>Se desarrolló a partir de métodos ya establecidos haciendo uso de equipos de medición tales como un equipo de Titulación, refractómetro etc.</p> <p>Las propiedades químicas que se consideró en el análisis de estados de madurez son: Acidez, °Brix e índice de madurez y las consideradas en las evaluaciones de los granos de cacao nativo después de fermentado y secado fueron: %Grasa, %proteínas, %fibra total y Cenizas.</p>	%
Características Microbiológicas.	Son las propiedades que se desarrollan a partir del estudio y análisis de seres microscópicos.	Se realiza mediante un análisis de laboratorio con las muestras de cacao seco y fermentado. Para ello se determinó un recuento de cantidad de hongos y levaduras presentes en cada tipo de muestra de cacao en estudio.	UFC/g

Propiedades sensoriales (aroma, acidez, astringencia amargor y sabor)	Se refiere a todas aquellas características que pueden ser percibidas por los sentidos.	La medida de las características sensoriales se realizó; mediante la catación de pasta de cacao o licor de cacao por parte del equipo de catadores entrenados de cacao en la Cooperativa Agraria Norandino LTDA; donde se evaluó el perfil sensorial de cada muestra en estudio.	Puntaje
Variables independientes			
Tipo de estado de madurez	Se hace referencia al tipo o modelo que muestra la situación o condición en la que se encuentra desarrollada la madurez de un cultivo.	Se realizó con una recolección aleatoria de frutos provenientes de los cacaotales de los socios de Coopagro Linderos en diferentes tipos de estados de madurez, codificando cada fruto para sus posteriores análisis físicos y químicos evaluados en la investigación.	Puntuación adimensional
Aguante de la mazorca	Se conoce al periodo de tiempo transcurrido en el que se encuentra almacenado el fruto, después de haber sido desprendido de la planta y antes de efectuar el quiebre de la mazorca.	Se realizó la cosecha en los días programados y se dejó bajo sombra las mazorcas por los tiempos de 0, 3 y 5 días de aguante para su posterior desgrane y consecución de la investigación.	Días
Tipo de fermentador.	Es un sistema que mantiene un ambiente biológicamente activo.	Se utilizó tres tipos de fermentadores (cajones, sacos y montones) para el desarrollo de la investigación.	Cajones, Sacos y Montones

Fuente: Elaboración propia

## **CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO**

La calidad de cualquier producto o procedimiento no se conoce hasta que se mide y se controla. Por ello en la presente tesis de investigación, se involucró con métodos, procedimientos, análisis, materiales racionales sin olvidar el control y las medidas correspondientes para optimizar y controlar de forma satisfactoria el proceso de beneficio postcosecha del cacao nativo orgánico ; en la cooperativa agropecuaria Linderos de Maray, distrito de Santa Catalina de Mossa, Morropón, Piura . Asimismo en los siguientes párrafos se indica el enfoque, diseño, sujetos de la investigación a emplear directamente relacionado con los objetivos de la investigación.

### **3.1. ENFOQUE Y DISEÑO**

A partir de la situación problema identificada, se buscó dentro de las posibles soluciones todas aquellas que puedan generar conocimientos en forma de métodos; que en un período mediano puedan derivar en aplicaciones al sector productivo. Por ello según la finalidad que se persiguió, se puede enfatizar que se trata de una investigación de tipo aplicada.

Según la dirección del enfoque, se ha podido identificar como una investigación con diseño cuantitativo (explicativo) de tipo experimental; ya que establece relaciones de causa y efecto entre las variables independiente y dependiente (propiedades físicas-químicas, microbiológicas y sensoriales). Asimismo su interés se centró en manipular las variables de la investigación para poder medir sus efectos y así explicar por qué ocurrió un fenómeno y en qué circunstancias ocurrió.

### **3.2. SUJETOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.2.1. Universo**

El universo de esta investigación, está constituido por el total de cacao nativo orgánico (*Theobroma cacao L.*) cosechado dentro de los cacaotales del departamento de Piura, Perú.

#### **3.2.2. Población**

La población para esta investigación es finita, puesto que se estimó a partir de la observación y experimentación que las hectáreas de los asociados(as) de la Cooperativa agropecuaria Linderos de Maray cuentan con 60 kg de granos de cacao nativo orgánico en fresco disponibles como población para cada tipo de tratamiento evaluado.



### 3.2.3. Muestra

El tamaño de la muestra se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$n = \frac{NZ^2p(1-p)}{(N-1)e^2 + p(1-p)Z^2}$$

Asimismo para el cálculo del tamaño muestral se trabajó con los siguientes datos:

$Z = 1.96$  para nivel de confianza del 95 %

$N = 60$  Kg de cacao fresco en baba

$p = 0.5$

$e = 5 \% = 0.05$

Reemplazando los valores en la fórmula obtendremos: Tamaño muestral de = 52,01191443 kg. Por lo tanto el tamaño muestral se calculó desde un principio como 52,012 Kg de cacao nativo orgánico en fresco (*Theobroma cacao L*) empleado por cada combinación resultante entre el tiempo de la “aguante” de la mazorca y el tipo de fermentador. No obstante por motivos de margen de error se trabajó con 52,200 kg por lote por cada tratamiento estudiado.

### 3.2.4. Unidad de análisis

Se consideró como unidad de análisis un kilo de granos de cacao seco; obtenido y almacenado después de haber sido sometido al proceso de beneficio postcosecha. Cada Unidad de estudio se codificó para ser destinada y distribuidas a los diferentes análisis fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales de la investigación. (Ver Figura 3.1.)



**Figura 3.1. Muestras rotuladas listas para los análisis de la investigación.**

### **3.3. MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS**

#### **3.3.1. Métodos y procedimientos para el análisis en estados de madurez del cacao nativo (*Theobroma cacao* L).**

A modo de un previo análisis para facilitar el reconocimiento del momento óptimo de cosecha, antes del inicio del proceso de beneficio postcosecha se realizó un análisis del cacao en diferentes estados de madurez. Para ello se empleó muestras provenientes del caserío de Linderos de Maray del distrito de Santa Catalina de Mossa, Morropón, Piura, Perú.

Los granos procedentes de frutos inmaduros fermentan muy difícilmente; después del tratamiento postcosecha, estos granos muchas veces son pizarrosos o son mohosos, por lo que es necesario cosechar frutos con un estado de madurez óptimo de manera que no se afecte la calidad final de las almendras de cacao (Musa y Said, 1988 citado por Portillo, 2012). Es por ello que los estudios de las propiedades físicas y químicas del cacao nativo consideradas en los diferentes estadios de madurez, se dirigieron netamente a determinar estados de madurez idóneos para la cosecha y por ende para el proceso de beneficio postcosecha.

##### **3.3.1.1. Selección y cosecha de estadios en campo**

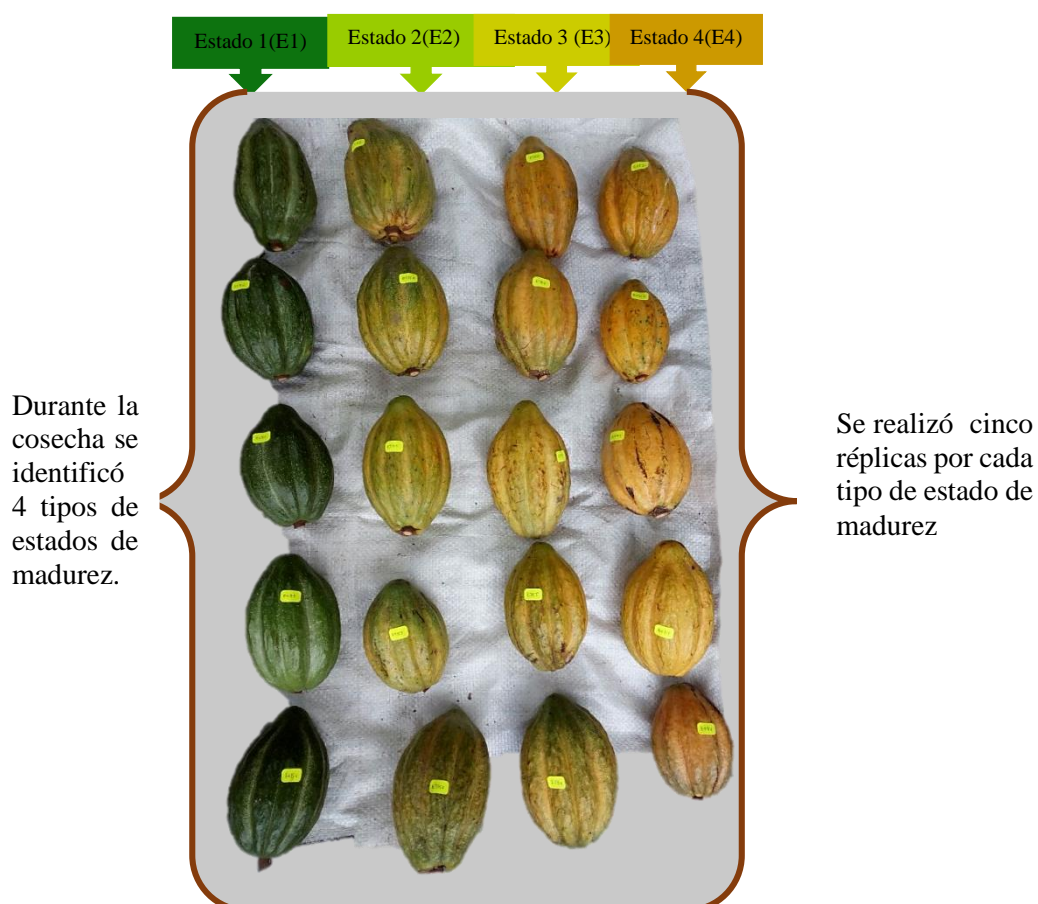
Se cosechó al azar frutos de la parcela demostrativa del productor/ asociado don Juan José Peña Cordova de la cooperativa Agropecuaria Linderos de Maray con el empleo de tijeras como se muestra en la Figura 3.2; a fin de extraer las mazorcas sin daño alguno para sus posteriores análisis.



**Figura 3.2. Cosecha de frutos verdes, pintones y maduros.**

### 3.3.1.2. Identificación y Codificación en campo de estadios

Se designó un código a cada una de las mazorcas cosechadas para facilitar el procesamiento de los datos. Según el color de la cáscara y tamaño de la mazorca se determinó en campo diferentes estados de madurez como se visualiza en la Figura 3.3.



**Figura 3.3. Codificación de cada mazorca en campo**

Se codifico cada mazorca para los estudios físicos y químicos considerados. Asimismo se evaluó las muestras por bloques para facilitar la precisión en sus análisis. En la Tabla 3.1 se menciona la nomenclatura que se empleó según el estado de madurez identificado y su réplica.

**Tabla 3.1.Nomenclatura de las muestras de estadios en estudio**

Estado de Madurez	E1	E2	E3	E4
Nº de réplica				
R1	R1E1	R1E2	R1E3	R1E4
R2	R2E1	R2E2	R2E3	R2E4
R3	R3E1	R3E2	R3E3	R3E4
R4	R4E1	R4E2	R4E3	R4E4
R5	R5E1	R5E2	R5E3	R5E4

### 3.3.1.3. Descripción de métodos y procedimientos para la evaluación de propiedades físicas por cada estado de madurez identificado.

- **Color**

Con el uso de la Tabla Munsell Color Book como se muestra en la Figura 3.4, se realizó en campo una caracterización cualitativa de los colores de la cáscara inmediatamente después de la cosecha para cada uno de los frutos en estudio. En dicha caracterización se identificó la tonalidad (el Matiz), el grado de iluminación de color en un día (Value) y la intensidad de color (Croma).



**Figura 3.4. Empleo de Tabla Munsell color Book para la identificación de color de cáscara.**

- **Diámetro Longitudinal de cáscara (Altura)**

Para medir el diámetro longitudinal de cada mazorca, se empleó reglas graduadas formando entre ellas un ángulo de 90 grados; como se visualiza en la Figura 3.5.



**Figura 3.5. Forma adaptada para la medida del diámetro longitudinal de cada mazorca.**



- **Peso de la Mazorca**

El peso del fruto entero, de la cáscara y de la pulpa se determinó en el Laboratorio del Centro de Enseñanza e Investigación Agroindustrial (CEIA) de la Universidad Nacional de Piura, con el uso de una Balanza Analítica GX -2000 como se muestra en la Figura 3.6.



**Figura 3.6. Peso del fruto y del cacao en baba (g)**

- **Numero de Pepas**

Se desprendió de las agallas y se contabilizó cada una de las pepas de cada fruto en análisis como se muestra en la Figura 3.7. Ello se realizó con el empleo de un mortero en las instalaciones del C.E.I.A (Centro de enseñanza e investigación Agroindustrial) de la Universidad Nacional de Piura.



**Figura 3.7. Contabilización de pepas por cada fruto en análisis.**

#### 3.3.1.4. Descripción de métodos y procedimiento para la evaluación de propiedades químicas por cada estado de madurez identificado

Las semillas de cacao están rodeadas de un mucílago que contiene de 10 a 15% de azúcar, 1% de pectina y 1,5% de ácido cítrico. Parte de este mucílago o pulpa es necesaria para la producción de alcohol y ácido acético en la fermentación de las almendras, pero, entre el 5 a 7% drena como exudado (Braudeau, (2001) citado por Vallejo, Díaz, Morales, Soria, Vera y Baren, (2016)). Partiendo de lo citado se puede afirmar que el mucílago o llamado pulpa del cacao juega un papel preponderante en la fermentación. Por ello el análisis químico que se consideró en la investigación para el índice de madurez en la cosecha; se realizó en base a la pulpa o mucílago que rodea cada semilla del fruto. Cada una de estos procedimientos se realizó en el Laboratorio del Centro de Enseñanza e Investigación Agroindustrial (CEIA) de la Universidad Nacional de Piura.

- **Grados °BRIX de mucílago de cacao (°Brix)**

Considerando los procedimientos descritos según AOAC 932.12 (2005); con el uso de un REFRACTÓMETRO PORTÁTIL 0.0-53.0% DIGITAL – ATAGO como se muestra en la Figura 3.8; se determinó los grados °Brix de cada fruto en estudio.



**Figura 3.8. Refractómetro Portátil Digital – Rango 0.0 -53.0%. Marca ATAGO**

- **Acidez Total Titulable (ATT)**

Según AOAC 942.15. (2005) se determinó la acidez total Titulable y se consideró el ácido cítrico como el ácido predominante. Asimismo se empleó un equipo de titulación adecuado como el de la Figura 3.9.



**Figura 3.9. Equipo de titulación empleado según AOAC 942.15. (2005)**

- **Índice de Madurez (IM)**

Se calculó el índice de madurez (IM) mediante la fracción de los grados °BRIX entre la Acidez Total Titulable de cada fruto en estudio.

### **3.3.2. Descripción de métodos y procedimientos empleados para el desarrollo del Proceso de Beneficio postcosecha del cacao nativo.**

El proceso de beneficio postcosecha se realizó en la provincia de Morropón, dentro del distrito de Santa Catalina de Mossa; específicamente en el caserío Linderos de Maray en los meses de mayo hasta Julio del 2018. En este lugar se desarrolló el manejo postcosecha del cacao nativo Orgánico perteneciente a los socios productores de la Cooperativa agropecuaria Linderos de Maray (Coopagro Linderos) en las instalaciones de su local de acopio.

#### **3.3.2.1. Cosecha**

La cosecha se realizó de forma aleatoria y se distribuyó en tres momentos; según las fechas establecidas de la Tabla 3.2. Asimismo siguiendo los escritos y recomendaciones de la guía desarrollada por CAOISCO, ECA, FCC (s/f) (2015) solo se cosechó mazorcas maduras y sanas en adecuado estado de madurez; empleando tijeras de cosecha como las que se muestran en la Figura 3.10, machetes bien afilados y una media luna.



**Figura 3.10. Cosecha de mazorcas con el empleo de una tijera de cosecha.**

La variable independiente de la investigación denominada “Tiempo de Aguante de Mazorca” se varió según el número de cosechas de la Tabla 3.2. Cada Lote cosechado solo pasó a la operación de quiebre después de haber reposado bajo sombra 0,3 y 5 días después de la cosecha; como se visualiza en la Figura 3.11.

**Tabla 3.2. Fechas empleadas para los 3 momentos de cosecha**

<b>Fecha</b>	<b>Orden de cosecha</b>	<b>Tiempo de aguante ( días después de la cosecha)</b>
<b>10/05/2018</b>	Primera	0 Días
<b>30/05/2018</b>	Segunda	3 Días
<b>02/07/2018</b>	Tercera	5 Días



**Figura 3. 11. Rumo de Mazorcas de cacao nativo con 5 días de aguante bajo sombra.**



### **3.3.2.2. Quiebre de la mazorca**

Para el quiebre de la mazorca se procedió a abrir cada fruto golpeándolo sobre un tronco de madera, como se muestra en la Figura 3.12; sin el empleo de machetes afilados o navajas con el fin de no herir las semillas. De este modo se extrajo solo los granos de cacao fresco en baldes limpios como se muestra en la Figura 3.13, cuidando de no incluir las venas y granos germinados. El primer lote recolectado se desgranó el mismo día que se cosechó, el segundo lote se desgranó a los 3 días después de cosechado y por último el tercer lote a los 5 días de cosechado.



**Figura 3.12. Quiebre de mazorca con el empleo de un tronco de madera.**



**Figura 3.13. Acopio de Cacao en baldes limpios de COOPAGRO Linderos.**

Una vez obtenido el cacao en baba, se registró y se dividió en lotes con pesos iguales como se visualiza en la Figura 3.14. Asimismo en la Tabla 3.3 se menciona la fecha y la cantidad de cacao en baba obtenido por cada acopio; para luego ser sometido a cada tipo de tratamiento diferente en la investigación.



**Figura 3.14. Recepción y peso de cacao en baba**

**Tabla 3.3. Registro de fechas de acopio y de pesos por cada lote de cacao en baba.**

<b>Aguante de mazorca</b>	<b>Fecha de acopio</b>	<b>Peso en baba</b>
<b>0 días</b>	10/05/2018	52.200 kg
	10/05/2018	52.200kg
	10/05/2018	52.200 kg
	Total	156.600 kg
<b>3 días</b>	02/06/2018	52.200 kg
	02/06/2018	52.200kg
	02/06/2018	52.200 kg
	Total	156.600 kg
<b>5 días</b>	07/07/2018	52.200 kg
	07/07/2018	52.200kg
	07/07/2018	52.200 kg
	Total	156.600 kg

### 3.3.2.3. Fermentación

Durante esta operación se varió el tipo de fermentador como la segunda y última variable independiente de la investigación dentro del proceso de beneficio postcosecha. Los tipos de fermentadores empleados fueron Montones, sacos y cajones tipo escalera; cada uno con un total de cacao en baba a fermentar de 52,200 Kg. A continuación se describe el procedimiento de fermentación desarrollado según cada tipo de fermentador, el mismo tiempo de fermentación empleado sobre los tratamientos, la forma en que se realizó el control de temperatura, los mismos tiempos de remoción aplicados y la prueba de corte para el arduo monitoreo durante la fermentación.

- **Tipo de fermentador** : Variable independiente evaluada

- ✓ **Montones (Rumas)**

Para este tipo o medio de fermentación; se pesó la cantidad prevista del cacao con 0 días de aguante y luego se adecuó un lugar apropiado; dentro del centro de acopio de COOPAGRO Linderos. Para ello, primero se colocó en la base sacos y hojas de plátano (las hojas solo por el primer día); después el cacao en baba en forma de rumas y finalmente se cubrió con hojas de plátano (solo por el primer día) y sacos de polipropileno; quedando el medio de fermentación como el que muestra la Figura 3.15. En las mismas condiciones anteriormente mencionadas se sometieron a fermentación los lotes de cacao con 3 y 5 días de aguante.



**Figura 3.15. Ruma de cacao en fermentación con 3 días de aguante en mazorca.**



A lo largo de la fermentación, se visualizó notables cambios; entre ellos la variación de la tonalidad en el color del grano durante los días de fermentación. En la Figura 3.16 y Figura 3.17 se nota el cambio de color de la misma ruma durante la fermentación además se muestra cómo se visualizó una ruma antes de ser cubierta por los sacos blancos de polipropileno.



**Figura 3.16. Ruma de cacao con un día en fermentación antes de ser cubierta.**



**Figura 3.17. Ruma de cacao con tres días en fermentación antes de ser cubierta.**

#### ✓ Sacos

Para este tipo de fermentador; se agregó dentro de un saco (doble) limpio de polipropileno un total de 52,200 kg de cacao nativo orgánico con 0 días de aguante, se lo amarró y se le buscó un lugar apropiado para ser puesto (Ver figura 3.18). En este mismo tipo de medio de fermentación fueron sometidos los lotes con 3 y 5 días de aguante en mazorca.



**Figura 3.18. Cacao nativo fermentado en sacos de polipropileno.**

#### ✓ Cajones

Antes de usar los cajones con dimensiones y compartimentos de 0.40 cm x 0.40 cm. 0.40 cm tipo escalera como los que se muestran en la Figura 3.19, se realizó un curado previo de este tipo de fermentador; cubriendo las paredes del cajón con mucílago o jugo de cacao. Este procedimiento se llevó a cabo días antes de las fechas de acopio.



**Figura 3.19. Cajones tipo escalera de madera tipo tornillo.**

Para la fermentación se abrigó cada cajón con sacos de yute a sus alrededores, luego se colocó sacos de polipropileno y una vez puesto el cacao dentro; se cubrió la parte superior con hojas de plátano (solo el primer día), sacos y yutes siguiendo el mismo orden de la Figura 3.20. De esta manera se sometió cada uno de los lotes del estudio con 0, 3 y 5 días aguante.



**Figura 3.20. Acondicionamiento de cajones para la fermentación del cacao nativo.**

- **Tiempo de fermentación**

Según la guía desarrollada por CAOBISCO, ECA, FCC (s/f) (2015); menciona que se pueden obtener granos de buena calidad simplemente dejando que la fermentación progrese durante tres a cinco días. Por ello a partir de los antecedentes mencionados se estableció un tiempo de fermentación constante de 5 días para todos los tratamientos. Asimismo se acondicionó bajo las mismas condiciones como muestra la Figura 3.21 cada cajón a emplear durante la fermentación.



**Figura 3.21. 2<sup>do</sup> día de fermentación en cajones tipo escalera**

- **Control de temperatura**

Para un mejor alcance del desarrollo de la fermentación; se realizó un monitoreo de temperatura en todos los tipos de tratamientos; usando un Termómetro digital WP - 50+300 °C +/-0.4°C de la Marca CONTROL COMPANY como el de la Figura 3.22. Este registro de temperaturas se realizó diariamente en los horarios de 8:00 am, 2 pm y 10 pm.



**Figura 3.22. Toma de temperatura con un termómetro digital de CONTROL COMPANY.**

- **Tiempo de remoción**

En las investigaciones de Gutiérrez (2012) y de Córdova *et al.* (2016); ambos recomiendan para el cacao Piurano una frecuencia de remoción de 24 horas, con un descanso de 48 horas y luego remociones cada 24 horas. Considerando los antecedentes mencionados se aplicó la misma frecuencia de remoción sobre las 9 combinaciones resultantes. Es decir pasadas las 24 horas una primera remoción; pasadas las 48 horas después de la primera remoción una segunda remoción; pasadas las 24 horas una tercera remoción y finalmente pasadas las 24 horas una última remoción.

Para el tipo de fermentador en cajones; se usó una pala de madera en pino para ayudar con la caída del cacao del cajón superior al cajón inferior; aprovechando el efecto de la gravedad. Para la fermentación en sacos se hizo la remoción cambiando de sacos y para el tipo de fermentador en montones se removió la masa fermentable en el mismo ambiente con el uso de la pala de madera que muestra la Figura 3.23.





**Figura 3.23. Remoción de la masa fermentable con el uso de una pala de madera.**

- **Prueba de corte**

A fin de monitorear el progreso de la fermentación, se realizó una prueba de corte en fresco de la forma como muestra la Figura 3.24 por cada tipo de tratamiento evaluado. Esta prueba consistió en seleccionar al azar y abrir longitudinalmente con el uso de una navaja 20 granos de cacao; para evaluar si están o no fermentados al tercer día de fermentación.



**Figura 3.24. Prueba de corte en fresco al tercer día de fermentación.**

Para identificar un grano ya fermentado se consideró algunas pautas mencionadas por Córdova *et al.* (2016). Por ello se buscó que el grano escurra un líquido color marrón al ser partido; que tenga un color lila pálido en el centro o marrón, rodeado de color café oscuro en la parte externa y que además este agrietado como el grano ejemplar que muestra la Figura 3.25.

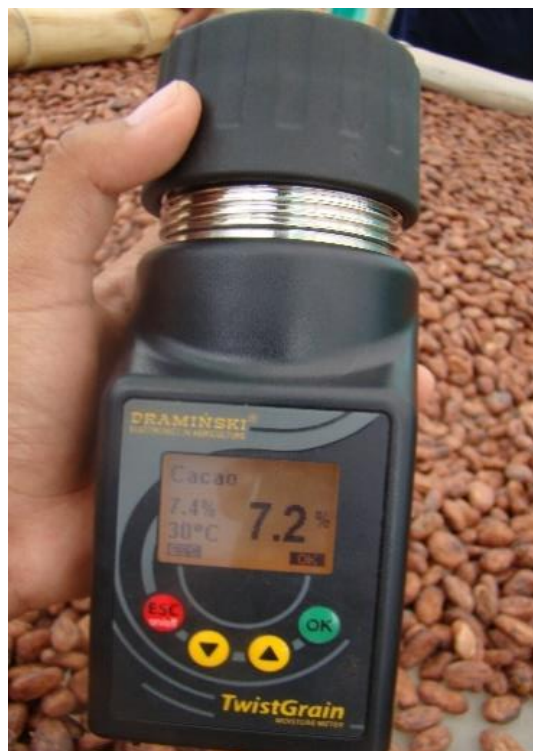




**Figura 3.25. Grano con características que lo describen como fermentado.**

#### **3.3.2.4. Secado**

Para poder determinar los días de secado se controló la humedad a partir del cuarto día con el uso de un Medidor de humedad de granos portátil de la marca DRAMINSKI TWISTGRAIN; como el que muestra la Figura 3.26. Para ello se consideró según la NTP ISO 2451 2006 un límite de humedad de 7.5 %.



**Figura 3.26. Medidor de Humedad portátil digital *Draminski Twistgrain***

El secado en todos los tipos de tratamientos se realizó sobre tarimas a base de mallas y bajo calaminas traslucidas en el ambiente que se muestra en la Figura 3.27. Se disminuyó progresivamente las rumas de cacao hasta que queden totalmente dispersas sobre las tarimas. Asimismo la frecuencia de remoción que se empleó fue de cada dos horas en días de sol y cada una hora en días de sombra.



**Figura 3.27. Secado de cacao nativo con 5 días de aguante sobre tarimas**

#### **3.3.2.5. Clasificación**

Como se muestra en la Figura 3.28; con el empleo de una zaranda de material galvanizado con agujeros de  $1\text{ cm}^2$ ; se realizó la clasificación de los granos a fin de eliminar todo tipo de impurezas, agallas, restos de cáscaras, piedras, hojas, polvillo u otras materias extrañas en caso estén presentes.



**Figura 3.28. Zaranda empleada para la clasificación del cacao nativo en Coopagro Linderos.**

### 3.3.2.6. Almacenamiento

Se ubicó un lugar apropiado y se almacenó dentro de sacos de yute cada uno de los tratamientos resultantes de cacao seco fermentado. Las muestras se almacenaron hasta el momento de ser requeridas para los tipos de análisis fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales considerados en la investigación. Asimismo a cada tratamiento resultante se le designó un código para una mayor organización en la investigación. Estos códigos se describen en la Tabla 3.4.

**Tabla 3.4. Códigos designados por cada Tratamiento Resultante**

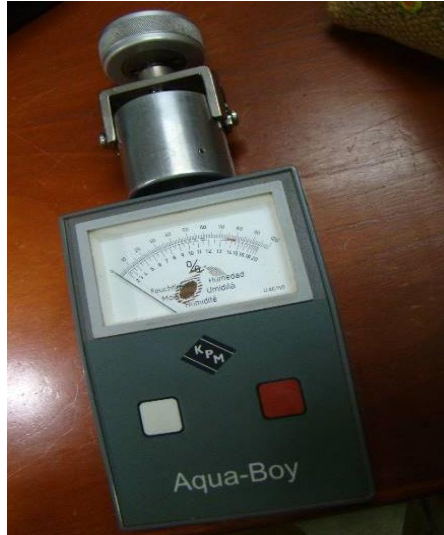
<b>Aguante de mazorca</b>	<b>Tipo de Fermentador</b>	<b>Código en letras</b>	<b>Código en números</b>
<b>0 días</b>	Cajones	0D-C	389
	Sacos	0D-S	789
	Montones	0D-M	175
<b>3 días</b>	Cajones	3D-C	189
	Sacos	3D-S	589
	Montones	3D-M	456
<b>5 días</b>	Cajones	5D-C	725
	Sacos	5D-S	435
	Montones	5D-M	843

### 3.3.3. Métodos y procedimientos para evaluar el efecto que ejerce el tiempo de aguante de la mazorca y el tipo de fermentador sobre las propiedades físicas.

En las instalaciones del laboratorio de calidad de cacao de la Cooperativa Agraria Norandino LTDA; se realizó el análisis físico de cada una de las muestras representativas del cacao seco fermentado de Coopagro Linderos. Asimismo se registró los resultados obtenidos en fichas proporcionadas por la misma cooperativa en el formato que se muestra en el Anexo 1.

#### 3.3.3.1. Determinación de Humedad

Con el uso de un medidor de humedad AQUABOY KPM como el de la Figura 3.29; se determinó la humedad de cada muestra en análisis según los escritos de la NTP ISO 2451 2006.



**Figura 3.29. Medidor de Humedad Aqua-Boy KPM**

### **3.3.3.2. Determinación del Índice de grano**

Considerando los escritos de APPCACAO (2012); se cuantificó 100 granos de cada muestra representativa de cacao y se pesó con el uso de una balanza analítica. Este peso obtenido se dividió entre 100, para así obtener el peso promedio de un grano.

### **3.3.3.3. Determinación de calibre**

Siguiendo el procedimiento descrito por APPCACAO (2012) para determinar el calibre; se pesó 100 granos de cacao con el uso de una balanza analítica como se muestra en la Figura 3.30 . Esta acción se realizó por duplicado y se registró el promedio en gramos de los pesos obtenidos.



**Figura 3.30. Peso de 100 granos de cacao beneficiado con el uso de una balanza analítica.**



#### 3.3.3.4. Determinación del grado de fermentado

Con el uso de una guillotina como la que se muestra en la Figura 3.31; se realizó las pruebas de Corte en las nueve combinaciones resultantes (basadas en la NTP ISO 1114:2011).



Figura 3.31. Prueba de corte con el uso de una guillotina

#### 3.3.4. Métodos y procedimientos para evaluar el efecto que ejerce el tiempo de aguante de la mazorca y el tipo de fermentador sobre las propiedades químicas.

Se realizó los análisis de las propiedades químicas; en el laboratorio de control de calidad de la facultad de pesquera de la Universidad Nacional de Piura. Asimismo se desarrolló dichos análisis sobre todas las nueve combinaciones resultantes de cacao seco fermentado sin cáscara.

- ✓ Determinación de grasa total: Según NMX-F-089-S-1978; para ello se determinó el extracto etéreo empleando el Método SOXHLET en alimentos.
- ✓ Determinación de Proteína total: Se desarrolló según NMX-F-068-S-1980.
- ✓ Determinación de Fibra cruda: Se realizó según NMX-F-090-S-1978.
- ✓ Determinación de Cenizas Totales: Se determinó según NMX-F-607-NORMEX-2013 para determinación de cenizas totales en alimentos.
- ✓ Determinación de Cadmio: Se empleó el Método fotométrico 0.002 - 0.500 mg/l Cd Spectroquant®

### **3.3.5. Métodos y procedimientos para evaluar el efecto que ejerce el tiempo de aguante de la mazorca y el tipo de fermentador sobre la caracterización microbiológica.**

La caracterización microbiológica se realizó en el laboratorio de control de calidad de la facultad de pesquera de la Universidad Nacional de Piura. A continuación se menciona los análisis que se consideró para la caracterización microbiológica del grano beneficiado.

- ✓ Determinación de mohos: Se realizó según el método de recuento en placa (Ufc/g).
- ✓ Determinación de levaduras: Se desarrolló según el método de recuento en placa (Ufc/g).

### **3.3.6. Métodos y procedimientos para evaluar el efecto que ejerce el tiempo de aguante de la mazorca y el tipo de fermentador sobre las propiedades sensoriales.**

Dentro de las instalaciones del laboratorio de calidad del área de cacao de la Cooperativa Agraria Norandino LTDA; se preparó el licor de cacao y se desarrolló el análisis sensorial de cada uno de los tratamientos involucrados.

Las evaluaciones sensoriales se desarrollaron en 2 pasos, el primero se refirió a la preparación del licor de cacao y segundo a la catación de cada una de las muestras. Ambos ítem se describen en los siguientes párrafos.

#### **3.3.6.1. Preparación de licor de cacao**

- ✓ De cada tipo de tratamiento se pesó 250 gramos de cacao beneficiado en recipientes como los de la Figura 3.32 y luego se los sometió a torrefacción por el tiempo de 6 minutos a una temperatura constante de 120 °C.



**Figura 3.32. Muestras de cacao beneficiado de 3 tratamientos diferentes.**

- ✓ Inmediatamente después del tostado se enfrió los granos por un lapso de 5 a 10 minutos y después se separó la testa del cotiledón como se visualiza en la Figura 3.33.



**Figura 3.33. Cacao tostado listo para separar la testa del cotiledón**

- ✓ Cada muestra descascarillada se pasó por una trituradora de rodillos para obtener los llamados nibs de cacao; como los que se muestran en la Figura 3.34.



**Figura 3.34. Nibs de tres muestras de tratamientos distintos**

- ✓ Se refinó los nibs obtenidos de la molienda con el uso de un molino refinador de piedras como los que se distinguen en la Figura 3.35; por el tiempo constante de 4 horas.





**Figura 3.35. Refinadoras empleadas para la preparación de licor de cacao.**

- ✓ Luego de cumplido el tiempo de refinado; se retiró el licor de cacao resultante dentro de un recipiente de vidrio (Pírex) como se muestra en la Figura 3.36. Asimismo se dejó enfriar; posteriormente se rotuló cada muestra y se almacenó en una nevera hasta el momento de las evaluaciones sensoriales.



**Figura 3.36. Licor de cacao listo en Pírex de tres tratamientos distintos.**

### **3.3.6.2. Evaluación Sensorial**

Durante la evaluación se retiró los licores de la nevera y se los sometió a una temperatura de 40 a 45 °C mediante el uso de un baño María como el de la Figura 3.37.





**Figura 3.37. Baño maría empleado para calentar cada muestra de licor de cacao**

Como se visualiza en la Figura 3.38 y 3.39; se realizó las evaluaciones sensoriales considerando como jueces; catadores entrenados de la Cooperativa Agraria Norandino LTDA. Con ellos se degustó cada una de las muestras, utilizando los sentidos del olfato y el gusto. Asimismo cada catador designó puntajes y atributos por cada tipo de muestra. Para ello se registró los resultados y observaciones en un formato diseñado para el efecto; como el que se muestra en el Anexo 2.



**Figura 3.38. Catadores del área de cacao de la Cooperativa Agraria Norandino LTDA.**

Cabe mencionar que cada una de las degustaciones se realizó de forma individual y antes de continuar con la siguiente muestra, cada catador se esperó unos minutos para perder los sabores remanentes de la muestra anterior; tomando agua o consumiendo galletas. De este modo, se logró tener resultados como indicadores directos y confiables de los niveles de calidad sensorial en los granos de cacao nativo orgánico de la cooperativa agropecuaria linderos de Maray, Morropón, Piura.



**Figura 3.39. Catadores de la Cooperativa Agraria Norandino LTDA.**

### **3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS**

Para el desarrollo de la investigación se aplicó un muestreo simple junto a técnicas de recolección de datos netamente prácticas en campo y en laboratorio basadas en investigación, experimentación y observación para el logro de cada uno de los objetivos planteados.

Como modelo estadístico más adecuado; se consideró el diseño de bloques completos para el primer objetivo específico de la investigación relacionado con los estados de madurez. Asimismo para sus evaluaciones estadísticas se realizó un análisis de varianza (ANOVA) con el software Minitab 18; a fin de identificar si existe o no una diferencia significativa entre los tratamientos o réplicas; además de saber si hay un efecto notoriamente influyente sobre las variables dependientes de la investigación por parte de los tratamientos o sus bloques (réplicas). Del mismo modo, al encontrar diferencias significativas, se empleó la prueba múltiple de medias denominada Tukey con el mismo tipo de software MINITAB 18; para así conocer a mayor detalle que tipos de tratamientos difieren más de otros.

Para el segundo y tercer objetivo de la investigación se consideró el modelo de diseño factorial general  $3^2$  como el más apropiado. Partiendo de ello en el análisis estadístico se utilizó el software MICROSOFT EXCEL para procesar los resultados

de la optimización y control del proceso de beneficio postcosecha de cacao nativo orgánico. Asimismo para determinar si existe o no una influencia de los días de aguante, el tipo de fermentador y su interacción sobre las variables evaluadas; se realizó análisis de varianzas con los resultados obtenidos y pruebas de Tukey en los factores influyentes mediante el uso del software MINITAB 18. Del mismo modo para una mejor interpretación de datos también se empleó algunas herramientas de análisis como los cuadros estadísticos, tabulación de valores y gráficas lineales.

Para el último objetivo de la investigación; con el uso del software Minitab 18 se elaboró un análisis de varianza (ANOVA) con los puntajes otorgados por parte de cada catador y se aplicó la prueba de Tukey con la finalidad de reconocer los tratamientos con buena aceptabilidad organoléptica. Asimismo con los resultados obtenidos de las fichas de estudio organoléptico se representó el perfil sensorial de cada tratamiento mediante el empleo del software MICROSOFT EXCEL a través de la esquematización de graficas tipo espiral.

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 4.1. RESULTADOS Y DISCUSIONES DE LOS ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS EN DIFERENTES ESTADOS DE MADUREZ.

A partir de la experimentación y análisis del efecto de los diferentes estados de madurez del cacao nativo orgánico de la Cooperativa Agropecuaria Linderos de Maray sobre las propiedades físicas evaluadas; se reporta en la Tabla 4.1, el conjunto de resultados promedio de todas las variables dependientes consideradas para el desarrollo del primer objetivo de la presente investigación.

**Tabla 4.1. Resultados promedio de las propiedades físicas por cada estado de madurez.**

Tipo de estado de madurez	Propiedades Físicas Evaluadas					
	Color de cáscara	Diámetro Longitudinal (cm)	Peso de mazorca entera (g)	Peso de cacao en baba (g)	Peso de cáscara (g)	Número de pepas
E1	1	13,18	425,73	111,008	314,722	35,6
E2	2	13,60	428,532	97,10	331,432	32,4
E3	2,6	13,80	383,096	91,282	291,814	35,6
E4	3,8	12,62	408,462	74,966	333,496	30,6

#### 4.1.1. Influencia del tipo de estado de madurez sobre el color de cáscara de cada mazorca en análisis.

A partir del color según la tonalidad (el Matiz), el grado de iluminación de color en un día (Value) y la intensidad de color (Croma) representados en una nomenclatura como se muestra en el Anexo 3; se describió de forma cualitativa el color de cada muestra en el Anexo 4; con cuyos datos se identifica cualitativamente los colores verde amarillento pálido, amarillo pálido y amarillo. Asimismo a partir de la observación y el tipo de color descrito cualitativamente se otorgó puntuaciones coherentes; considerando la diferencia visual de pigmentación en la cáscara de cada mazorca evaluada (Anexo 5). Luego con estos datos numéricos se realizó el siguiente análisis estadístico.

##### 4.1.1.1. Análisis de Varianza con las Puntuaciones del color de Mazorca

Según el Análisis de Varianza (ANOVA) que se reportó en la Tabla 4.2; se concluye que hay efecto de algún nivel de tratamiento (tipos de estados de madurez) sobre el color de la cáscara de cada mazorca y por ende existe una diferencia significativa estadística entre tratamientos con un 95% de confiabilidad. Pese a ello no se reporta una diferencia estadística significativa entre las repeticiones o bloques evaluados, lo cual permite saber que las réplicas se desarrollaron bajo las mismas condiciones sin ninguna variación entre ellas.

**Tabla 4.2. Análisis de Varianza con Puntuaciones de color como variable respuesta**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Filas (Tratamientos)	20,55	3	6,85	48,35	0,000	3,49
Bloques (Columnas)	0,3	4	0,075	0,53	0,717	3,26
Error	1,7	12	0,14			
Total	22,55	19				

#### 4.1.1.2. Prueba de Tukey para el análisis del color de cáscara

Debido a que se encontró una diferencia significativa estadística entre los tratamientos; se realizó una prueba múltiple de medias. Por ello se empleó la prueba Tukey con el fin de identificar que tratamientos difiere más del otro. En la Tabla 4.3 se muestran los resultados de dicha prueba; cuyas medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

**Tabla 4.3. Método de Tukey con una confianza de 95% para el análisis del color de cáscara.**

Tratamientos	N	Media	Agrupación
E4	5	3,800	A
E3	5	2,600	B
E2	5	2,000	B
E1	5	1,000	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes

A partir de los resultados de la Tabla 4.3 se concluye que el estadio tres (E3) y el Estadio dos (E2) no poseen una diferencia significativa y por ende tienen un efecto similar en el nivel de percepción del color de la cáscara por cada réplica evaluada. Asimismo el Estadio 1 (verde Amarillento Pálido) tiene una diferencia significativa estadística con respecto a el Estadio 4 (Amarilla). Del mismo modo este último es significativamente diferente con respecto a los estadios dos (E2) y tres (E3). Por ende en el análisis; se reconoce el estadio 4 como el tratamiento con la mejor respuesta frente al puntaje de percepción del color de cáscara; descrito cualitativamente como mazorca Amarilla (Figura 4.1.).



**Figura 4.1. Mazorcas del estadio 4 evaluadas de coloración Amarillo.**

La descripción cualitativa del estadio 4 coincide con los escritos de Bravo *et al* (2010); donde se menciona que los frutos verdes se tornan amarillos vistosos cuando maduran. Asimismo considera necesario asegurarse de la madurez adecuada de los frutos antes de la cosecha, para evitar la mezcla de granos con distintos niveles de desarrollo y la pérdida de calidad en la fermentación, provocada por esta situación. Por ello de acuerdo con lo mencionado; no solo se pretendió identificar con la puntuación en color el estadio idóneo para la cosecha (Estadio 4); sino crear un prototipo, como el que se muestra en la Figura 4.1, del color que debe tener una mazorca adecuada para la cosecha; considerando que esta característica a través de la observación es la herramienta más factible que usa el productor para saber si el fruto está maduro o no en su chacra.

Con ayuda del análisis estadístico se rechazó los estadios 1, 2 y 3 por tener menores puntuaciones en color y por ende diferencias estadísticamente significativas con respecto al estadio 4. Asimismo de acuerdo con los escritos de Rohan (1964) citado por Bravo y Mingo *et al.* (2011); se menciona que cosechar mazorcas pintonas representa un problema porque las almendras no han alcanzado el desarrollo completo, ni la pulpa contiene la cantidad de azúcar suficiente para la fermentación alcohólica. Por ello es de vital importancia para un adecuado inicio del proceso de beneficio postcosecha; el saber que frutos no cosechar e identificar como indicador el color amarillo en la cáscara de la mazorca.

#### **4.1.2. Influencia del tipo de estado de madurez sobre el diámetro longitudinal de cada mazorca en análisis.**

Partiendo de los datos del Anexo 6; se realizó un análisis de varianza; cuyos resultados se muestran en la Tabla 4.4. Con ello se concluyó que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos, con 95 % de confiabilidad; es decir que tanto los tratamientos que son los tipos de estados de madurez y sus réplicas ejemplares no tiene ningún efecto estadísticamente significativo sobre el diámetro longitudinal (cm) de cada mazorca evaluada.



**Tabla 4.4. Análisis de Varianza (ANOVA) con el diámetro longitudinal de mazorca**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Filas (Tratamientos)	4,084	3	1,361	0,94	0,452	3,490
Bloques (Columnas)	1,12	4	0,280	0,19	0,937	3,259
Error	17,396	12	1,4497			
Total	22,6	19				

Si bien es cierto no se reportó ninguna diferencia estadísticamente significativa por parte de cada estadio sobre el diámetro longitudinal de la mazorca y por lo tanto no se considera la altura del fruto como un indicador directo del grado de madurez en el cacao nativo Piurano. Sin embargo se rescata a partir de los resultados del Anexo 6; que las medidas del diámetro longitudinal (altura) con un rango de 11,10 cm a 14,90 cm del cacao nativo de Coopagro Linderos son numéricamente menores en comparación con otras longitudes; como las reportadas por Sanchez (2012); quien menciona que la mazorca de *Theobroma Cacao L* alcanzar valores de 15 a 25 cm de altura. Esta diferencia no se atribuye al nivel de madurez del fruto sino a la variedad genética distinta en estudio.

#### 4.1.3. Influencia del tipo de estado de madurez sobre el peso (g) de cada mazorca en análisis.

Con los resultados del Anexo 7 se realizó un análisis de varianza (Tabla 4.5) que permite rescatar que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos, con un 95 % de confiabilidad. Por ello se concluye que los tipos de estados de madurez evaluados y sus réplicas ejemplares no tienen ningún efecto sobre el peso de cada mazorca entera. Del mismo modo los resultados del anexo 8 reflejaron a través de su análisis de varianza en la Tabla 4.6 que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos además de sus réplicas; por ende no tienen ningún efecto sobre el peso de cacao en baba por mazorca.

**Tabla 4.5. Análisis de Varianza (ANOVA) con el peso de mazorca entera (g).**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Tratamientos (Estados)	6542,952	3	2180,984	0,412	0,747	3,490
Replicas (bloques)	1563,1965	4	390,7991	0,0738	0,989	3,259
Error	63511,10	12	5292,592			
Total	71617,249	19				

No solo se concluyó a partir de los análisis estadísticos que no existe algún efecto significativo por parte de los estadios evaluados sobre el peso total del fruto; sino que además se infiere que el peso (g) del cacao no se puede considerar como un indicador

directo y confiable para identificar el grado de madurez adecuado para la cosecha. Sin embargo; en el análisis de datos se rescata que el cacao de Coopagro Linderos tiene un rango en peso de 295,37 g a 494,38 g; que coincide con los resultados reportados por Sanchez *et al.* (2012), quien menciona que una mazorca madura de cacao puede pesar, según la variedad de 200 g a 1Kg.

**Tabla 4.6. Análisis de Varianza (ANOVA) con el peso de cacao en baba (g) por mazorca**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Tratamientos (Estadios)	3339,4353	3	1113,1451	2,82	0,084	3,490
Replicas	838,84993	4	209,71248	0,53	0,716	3,259
Error	4742,72615	12	395,22718			
Total	8921,01138	19				

**Tabla 4.7. Análisis de Varianza (ANOVA) con peso de cáscara (g) como variable respuesta.**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Tratamientos	5584,62348	3	1861,54116	0,50	0,69228293	3,490
Replicas	2198,05568	4	549,51392	0,15	0,96119896	3,259
Error	45099,1169	12	3758,25974			
Total	52881,7961	19				

A modo de complemento se tomó los resultados del Anexo 9 y se realizó el análisis de varianza descrito en la Tabla 4.7; con cuyos datos se interpreta que los tipos de estados de madurez y sus réplicas ejemplares no tienen ningún efecto sobre el peso de la cáscara de cada mazorca entera evaluada y por ende no existe diferencia estadísticamente significativa. Asimismo se infiere con los resultados estadísticos que el peso de la cáscara de la mazorca no es un indicador confiable y directo para identificar una madurez adecuada en el fruto para la cosecha.

#### **4.1.4. Influencia del tipo de estado de madurez sobre el número de pepas por mazorca evaluada.**

Se sometió cada uno de los resultados registrados en el Anexo 10 a un análisis de varianza; cuyos datos en la Tabla 4.8 revelan que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos (Estados de madurez). Asimismo se interpreta que los estados de madurez y sus réplicas ejemplares no tienen ningún efecto sobre el número de pepas del cacao nativo orgánico de Coopagro Linderos.



**Tabla 4.8. Análisis de Varianza (ANOVA) con número de pepas como variable respuesta.**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Tratamientos	92,15	3	30,7166667	0,32	0,81	3,49
Réplicas	67,7	4	16,925	0,18	0,95	3,26
Error	1155,1	12	96,2583333			
Total	1314,95	19				

A partir del análisis estadístico se infiere que el número de pepas no puede ser considerado como un indicador directo y confiable del nivel de madurez en el cacao de Coopagro Linderos. Sin embargo se rescata en el análisis de resultados del Anexo 10; que el rango entre 17 a 45 del número de pepas es más amplio y diverso en comparación con otras investigaciones como las de Sanchez *et al.* (2012), quien menciona que una mazorca madura contiene entre 30 a 40 semillas formadas en racimo y envueltas en una gelatina blanca o “Mucilago”, diferencia que se atribuye a la variedad del fruto más no al estado de madurez.

En la búsqueda de antecedentes se concluye que el rango del número de pepas se establece según la variedad de cacao en estudio; por ello Sánchez (2007) citado por Macías *et al.*, argumenta que el número de semillas es variable y está en dependencia de la adaptación de la genética y el medio ambiente, encontrándose rangos entre 20 hasta 60 almendras por mazorca.

## 4.2. RESULTADOS Y DISCUSIONES DE LOS ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES QUÍMICAS EN DIFERENTES ESTADOS DE MADUREZ

Con experimentación y el análisis del efecto de los diferentes estados de madurez del cacao nativo orgánico de la Cooperativa Agropecuaria Linderos de Maray sobre las propiedades químicas evaluadas; se reporta en la Tabla 4.9, el conjunto de resultados promedio de todas las variables dependientes consideradas para el desarrollo del primer objetivo de la presente investigación.

**Tabla 4.9. Resultados promedio de las propiedades Químicas por cada estado de madurez.**

Tipo de estado de madurez	Propiedades Químicas Evaluadas		
	Grados Brix°	Acidez Total Titulable (g ácido cítrico / 100 ml)	Índice de madurez
E1	10,5	0,5648	18,69646
E2	20,72	0,8448	25,1275
E3	22,74	1,3056	19,31474
E4	19,78	0,6784	32,34884

#### 4.2.1. Influencia del tipo de estado de madurez sobre los grados Brix° de cada mazorca evaluada.

##### 4.2.1.1. Análisis de varianza con grados Brix° como variable respuesta.

Partiendo de los resultados del Anexo 11 se realizó un análisis de varianza; cuyos datos se muestran en la Tabla 4.10. Con este análisis se concluyó que los tratamientos (tipos de estados de madurez) tienen un efecto significativo sobre los grados Brix° y por ende existe una diferencia estadística entre tratamientos con un 95% de confiabilidad. Sin embargo no se reporta una diferencia estadística significativa entre las repeticiones o bloques evaluados; lo cual demuestra que las réplicas se seleccionaron bajo las mismas condiciones y de forma correcta.

**Tabla 4.10. Análisis de Varianza (ANOVA) con grados Brix° como variable respuesta.**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Tratamientos	442,6375	3	147,55	29,83	0,00	3,49
Réplicas	9,423	4	2,36	0,47	0,75	3,26
Error	59,345	12	4,95			
Total	511,4055	19				

##### 4.2.1.2. Prueba de Tukey para el análisis de grados Brix°

Como segundo paso con el fin de identificar que tratamientos difieren más del otro se empleó la prueba de Tukey; cuyos resultados se muestran en la Tabla 4.11; donde las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

**Tabla 4.11. Método de Tukey con una confianza de 95%, para el análisis de los grados Brix°.**

Tratamientos	N	Media	Agrupación
E3	5	22,740	A
E2	5	20,72	A
E4	5	19,780	A
E1	5	10,500	B

En el análisis datos de la prueba múltiple de medias; se concluyó que los tratamientos: Estadio 2 (E2: 20,72 °Brix), Estadio 3 (E3: 22,740 °Brix) y Estadio 4 (E4:19,780 °Brix) se reportan en promedio con valores de °Brix mayores en comparación con el Estadio 1 (E1:10,500 °Brix) y con efectos estadísticamente similares. Por lo tanto se concluye que los tratamientos E2, E3 y E4 son igual de significativos y mejores que el tratamiento E1 con respecto a los °Brix en análisis.

A partir de los análisis estadísticos se infiere que los grados °BRIX son indicadores de respuesta directos y confiables del nivel de madurez del cacao nativo de Coopagro Linderos. Asimismo considerando los escritos de Arévalo., (2004) citado por Meza., (2010); quien menciona que cantidades suficientes de azúcares son necesarias para una adecuada fermentación; se identifica a los estadios 2,3 y 4 como los más adecuados para la cosecha por tener en promedio niveles más altos de Grados °Brix en comparación con el estadio 1(E1).

Según Osterloh *et al.*, (1996) citado por Meza., (2010) menciona que uno de los aspectos que refleja la madurez es el comportamiento de los sólidos solubles totales (SST) o °Brix. Asimismo menciona que el contenido de SST está constituido por 80 a 95% de azúcares y la medida de SST se encuentra asociada con los azúcares disueltos en el jugo celular. Por ello considerando la cita anterior y los resultados del análisis Tukey de la Tabla 4.9; se consideró a los estadios 2, 3 y 4 como los tratamientos con contenido de azúcares más altos y por ende los más adecuado para una cosecha idónea.

Según los escritos de Zambrano *et al.*, (2010) y Castro., (2010) se menciona que los rangos de grados °Brix para la cosecha se encuentran entre 10,6-16,11 °Brix. Sin embargo en comparación con los resultados del Anexo 11 se aduce que el cacao nativo de Coopagro Linderos es mucho más dulce; debido a que los estadios 2, 3 y 4 considerados actos para la cosecha se encuentran entre 16,40 a 24,70 en grados °Brix; resultando en comparación ser valores más altos y por ende muy adecuados para el proceso de beneficio postcosecha.

#### **4.2.2. Influencia del tipo de estado de madurez sobre la Acidez Total Titulable de cada mazorca evaluada.**

##### **4.2.2.1. Análisis de varianza con la acidez Total Titulable evaluada.**

Con los resultados del Anexo 12 se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para saber si existe o no una diferencia significativa. Para ello con ayuda de los datos de la Tabla 4.12 se identificó la existencia de una diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos con un 95% de confiabilidad con respecto a la Acidez Total Titulable. Asimismo existe una diferencia significativa nula por parte de los bloques y por ende las repeticiones (bloques) se realizaron de forma correcta por no tener variaciones entre ellas.

**Tabla 4.12. Análisis de varianza con la Acidez Total Titulable como variable respuesta.**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Tratamientos						
(Filas)	1,60	3	0,53058512	5,11	0,017	3,490
Bloques (Columnas)	0,18	4	0,04592736	0,44	0,776	3,259
Error	1,25	12	0,10380512			
Total	3,02	19				

#### 4.2.2.2. Prueba de Tukey para el análisis de acidez Total Titulable

Después de reconocer que hay efecto por parte de los tratamientos en la Acidez Total Titulable se realizó la prueba de Tukey para saber a mayor detalle que tratamientos difieren más del otro. Para ello en la tabla 4.13 se muestra de forma detallada los resultados la prueba múltiple de medias considerando como variable respuesta la acidez Total Titulable y como variable independiente el tipo de estado de madurez identificado en los cacaotales de la Cooperativa Agropecuaria Linderos de Maray.

**Tabla 4.13. Método de Tukey con la Acidez Total Titulable evaluada.**

Tratamientos	N	Media	Agrupación	
E3	5	1,306	A	
E2	5	0,8448	A	B
E4	5	0,678	B	
E1	5	0,5648	B	

En los datos de la prueba múltiple de medias de la Tabla 4.13 se muestra que tanto el Estadio 1 como el Estadio 4 son iguales de significativos y por ende tienen un efecto similar sobre la Acidez Total Titulable; mientras que el estadio 3 es significativamente diferente con respecto al estadio 1, el estadio 2 y el estadio 4. En síntesis considerando los escritos de Guzmán y Segura (1989) citado por Meza (2010); quien manifiesta que se observó una disminución de la acidez durante la maduración de muchos frutos como indicador de una alta tasa metabólica; se aduce que el estadio 4 (0,678 g ácido cítrico / 100 ml) y el estadio 1 (0,5648 g ácido cítrico / 100 ml) son las muestras con mejor respuesta frente a la Acidez Total Titulable por tener en promedio valores estadísticamente menores con respecto al resto de estadios.

Según los escritos de Zambrano *et al.*, (2010) y Castro *et al.*, (2010) mencionan que los rangos del % acidez en el cacao vienen de 1,91 a 3,11 %. Sin embargo los diferentes estadios de madurez del cacao nativo de Coopagro Linderos muestran valores numéricamente menores que vienen en promedio desde de 0,5648 a 1,306 en equivalente de ácido cítrico. Asimismo según Meza *et al.*, (2010) menciona que la acidez de los granos frescos de cacao CCN-51 es de  $2,21 \pm 1,19$  % en equivalente de ácido cítrico; por otro lado Contreras *et al.*, (2004) citado por Meza *et al.*, (2010) reportó en un cacao forastero fresco un 0,64 % en acidez; mientras que Graziani *et al.*, (2003) citado por Meza *et al.*, (2010) en un cacao del clon complejo trinitario un 0,35%; del mismo modo Ortiz *et al.*, (2009) citado por Meza *et al.*, (2010) en un cacao criollo no fermentado un 1,35% y por último Graziani *et al.*, (2002) en mezclas de cacao criollo y forastero un 0,37 %. Con respecto a las citas mencionadas se aprecia que los valores citados en comparación con los resultados de la acidez Total Titulable de la investigación difieren mucho y por ello se aduce que el porcentaje de acidez en los granos de cacao no solo depende del estado de madurez del fruto sino del genotipo y la procedencia del mismo.

### 4.2.3. Influencia del tipo de estado de madurez sobre el Índice de madurez por cada mazorca evaluada.

#### 4.2.3.1. Análisis de varianza con el índice de Madurez.

Con los resultados del Anexo 13 y considerando un diseño de bloques completos se realizó el análisis de varianza (ver Tabla 4.14); cuyos datos revelan que existe una diferencia significativa estadística entre tratamientos con un 95% de confiabilidad además de tener algún efecto significativo por parte de los tratamientos en el índice de Madurez evaluado. Sin embargo con respecto a sus bloques o repeticiones no se encontró diferencia significativa y por ende se realizaron de forma correcta sin variaciones en su análisis y sin ningún efecto sobre el Índice de Madurez.

**Tabla 4.14. Análisis de Varianza con el índice de Madurez como variable respuesta.**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Tratamientos (Filas)	604,94	3	201,646549	3,68	0,043	3,490
Bloques (Columnas)	42,87	4	10,7175452	0,20	0,936	3,26
Error	656,86	12	54,7381256			
Total	1304,67	19				

#### 4.2.3.2. Prueba de Tukey para el análisis del índice de madurez

En la Tabla 4.15 se muestra los datos resultantes de la prueba de Tukey mediante agrupación con una confianza de 95 %. Con dichos resultados se interpreta que tanto el estadio 3 como el estadio 1 poseen un nivel de significancia similar entre ellos; mientras que el estadio 4 tiene un efecto estadísticamente diferente sobre el índice de madurez en comparación con el resto de tratamientos. Por ello se aduce que el tratamiento E4 es el que mejor influye sobre el Índice de Madurez de forma satisfactoria; por tener el IM (32,35) más alto en promedio.

**Tabla 4.15. Método de Tukey con confianza de 95% para el Índice de Madurez.**

Tratamientos	N	Media	Agrupación	
E4	5	32,35	A	
E2	5	25,13	A	B
E3	5	19,31		B
E1	5	18,70		B

En la búsqueda de antecedentes relacionados con el IM del cacao se encontró escasas investigaciones; entre ellas se tiene el índice de madurez según Meza *et al.*, (2010) en el grano de cacao CCN-51 fresco con un  $1,83 \pm 0,17$  ;

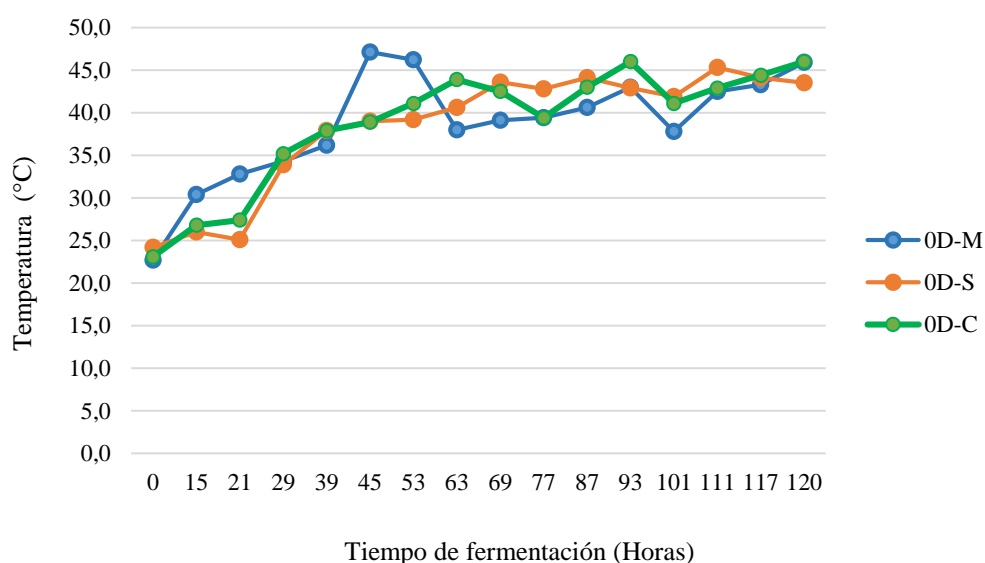
mientras que Fariñas *et al.*, (2003) citado Por Meza (2010) en el genotipo criollo de Venezuela reporta un índice de madurez de 3,93. Asimismo por su parte Fariñas *et al.*, (2003) manifiesta que las variaciones existentes en los dos sectores pueden ser atribuidas al lugar de cosecha y al diferente manejo que reciben las parcelas. Al contrastar estos valores con los resultados del estudio se aprecia que las investigaciones reportan datos significativamente menores en comparación con el índice de madurez del cacao nativo de Coopagro linderos; cuyo rango del Estadio 4 óptimo para la cosecha tiene en promedio un 32,35 en Índice de madurez. Por ello se aduce que la variedad genética y sobretodo los niveles de °BRIX del cacao en estudio son factores influyentes sobre los resultados del IM; concluyendo asimismo que el Cacao de Coopagro Linderos tiene niveles muy aceptables y elevados en comparación con otras variedades para el inicio satisfactorio de un buen proceso de beneficio postcosecha.

#### 4.3. RESULTADOS Y DISCUSIONES DURANTE EL DESARROLLO DEL PROCESO BENEFICIO POSTCOSECHA DEL CACAO NATIVO.

##### 4.3.1. Registro de temperaturas por cada uno los tratamientos evaluados

La evolución de la temperatura durante el proceso de fermentación del cacao es de suma importancia, ya que es un indicador del grado de fermentación que se está alcanzando. En los Gráficos 4.1, 4.2 y 4.3 se representa los monitoreos de temperaturas registrados durante la fermentación en 0,3 y 5 días de aguante con un tipo de fermentador en Montones, sacos y cajones. Para graficar el progreso de la temperatura en cada tratamiento solo se consideró las temperaturas registradas en el Anexo 14 del centro de cada combinación en estudio.

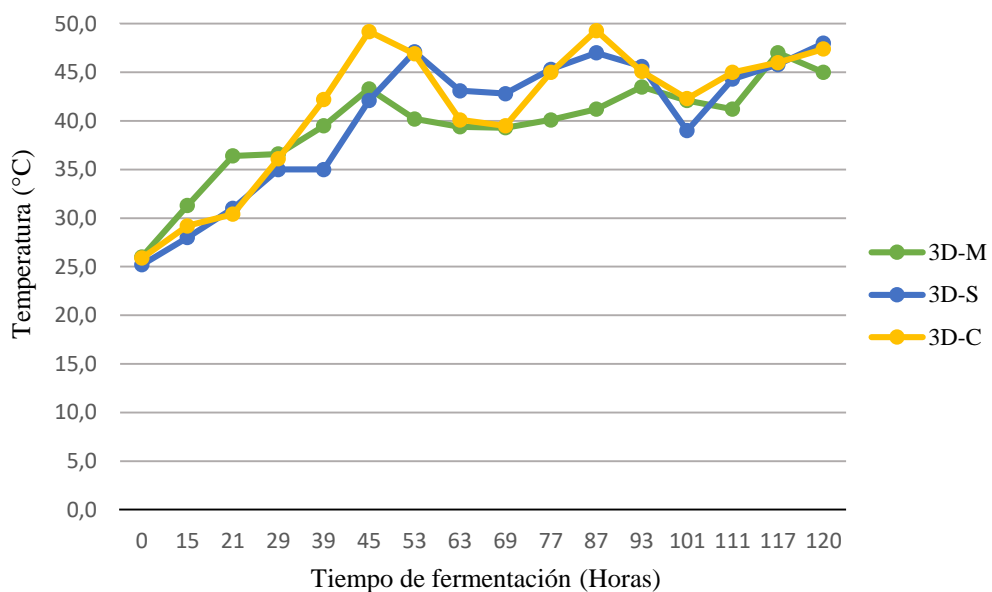
La fermentación para cada uno de los tratamientos se inició alrededor de 5:00 pm de la tarde con un tiempo constante de 5 días. Asimismo se tomó la temperatura en las esquinas superiores derechas, las esquinas inferiores izquierdas y el centro, cuyos datos de cada uno de los tratamientos se muestran desde Anexo 15 al Anexo 23. Todo ello para un mejor monitoreo durante el proceso de beneficio postcosecha.



**Gráfico 4.1. Evolución de temperaturas en Montones, Sacos y Cajones con 0 días de aguante.**

Portillo (2012) menciona que el comportamiento de la temperatura se puede ver afectado por el volumen de la masa de cacao y la remoción de la misma; por ello se consideró las investigaciones de Gutiérrez (2012) *et al.*, donde se empleó en su tratamiento FR2 la misma frecuencia de remoción que el presente estudio. Gutiérrez (2012) *et al.* reporta que se alcanzó una temperatura de 46,32 °C a las 96 horas durante su proceso de beneficio postcosecha; además consideró dichos resultados como indicadores de una buena fermentación activa. Estos datos al ser comparados con las temperaturas de los tratamientos de la investigación coinciden con 46 °C (a las 93 horas) para el tratamiento de fermentación en cajones con 0 días de aguante (0D-C) del Grafico 4.1; mientras los demás tratamientos muestran valores cercanos de temperaturas en el rango 42,3 °C a 46.0 °C con un tiempo de 93 horas en fermentación (Gráfico 4.1, Gráfico 4.1 y Gráfico 4.3). Asimismo de acuerdo con lo mencionado; se puede afirmar que todos los tratamientos de la investigación manifestaron una fermentación progresiva y activa; sobre todo en aquellos cuyo medio de fermentación se desarrolló en cajones.

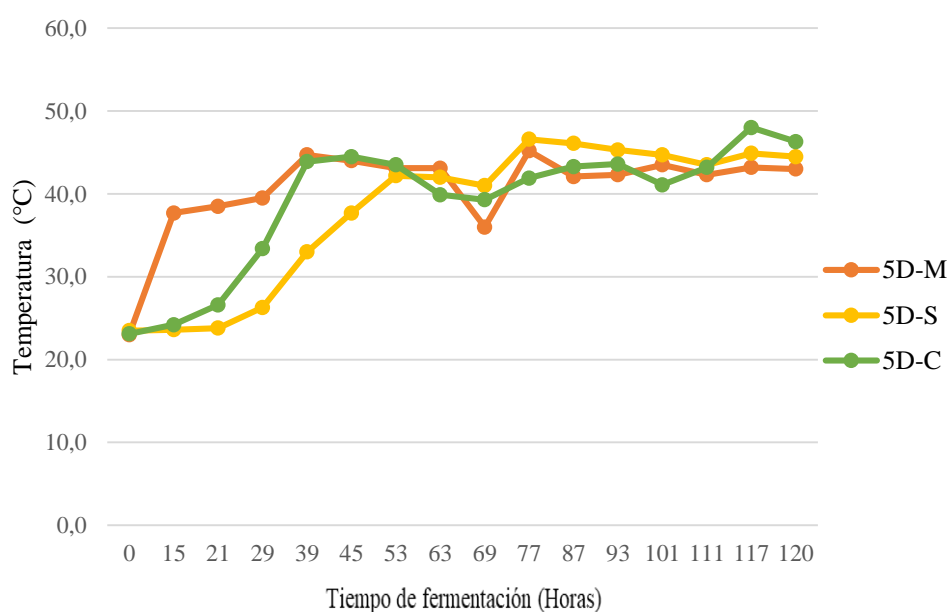
En la investigación de García, (2000) citado por Portillo *et al.* (2012) se menciona que a las primeras 48 horas en fermentación la temperatura fluctúa entre 26 a 45°C y puede llegar hasta 60°C. Por otro lado Gutiérrez *et al.* (2012) revela que en todos sus tres diferentes tratamientos evaluados; se observó que la temperatura en el periodo de 24 a 48 horas, tiene una tendencia creciente lineal y que todo ello se debe al inicio de la actividad microbiana. Ambas afirmaciones coinciden con los resultados del monitoreo de temperatura reportados en la presente investigación; ya que en los Gráficos 4.1, 4.2 y 4.3 se muestra una tendencia lineal notoriamente creciente a lo largo de las primera 45 horas e incluso 53 horas de fermentación; con valores cercanos a los citados. Asimismo se reporta un incremento acelerado de temperatura durante las primeras 45 horas de fermentación en aquellos tratamientos cuya fermentación se desarrolló en Montones con 0, 3 y 5 días de aguante. Sin embargo ninguno de los tratamientos llegó a alcanzar temperaturas de hasta 60 °C; ya que todas fueron menores de 50 °C.



**Gráfico 4.2. Evolución de temperaturas en Montones, Sacos y Cajones con 3 días de aguante.**



Portillo *et al.* (2012); menciona que a las 48h la masa fermentante alcanzó la máxima temperatura tanto de 53,6 °C y 50,6 °C respectivamente, manteniéndose constante hasta la 72h y hasta las 96h. Por otro lado Meza (2010) describe una temperatura máxima de  $44,63 \pm 0,81$  °C en el centro de un diseño de caja de madera cuadrada a 96 horas de Fermentación; además revela que la temperatura a lo largo de su investigación se encuentra por debajo del rango de 50°C; considerándola como necesaria para una buena fermentación. En el presente estudio el pico máximo se representa en el Gráfico 4.2, con una temperatura de 49.3 °C con 3 días de aguante en mazorca a 87 horas de fermentación en cajones (3D-C), los otros dos tratamientos en cajones poseen temperaturas con picos un poco menores de 48 °C (5D-M del Gráfico 4.3) a las 117 horas en fermentación y con 46 °C (0D-C del Gráfico 4.1) a las 93 horas en fermentación. Al comparar ambos resultados con las citas antes descritas; se nota que las temperaturas máximas de los tratamientos evaluados son mayores que las reveladas por Meza *et al.*, (2010) pero menores que las reportadas por Portillo *et al.*, (2012) durante la fermentación. Sin embargo se estima que esta variación de temperaturas de los picos más altos en un mismo tipo de fermentador pudo no ser similar debido a factores medioambientales y genéticos. Por ende se considera que el valor de la temperatura es impredecible; ya que depende de múltiples factores durante el desarrollo del proceso de beneficio postcosecha; pese a ello se coincide con Meza *et al.*, (2010) con tener resultados con picos altos menores de 50 °C, lo necesario para la muerte del embrión y desarrollo de una fermentación en óptimas condiciones. Asimismo se considera que las temperaturas alcanzadas durante la fermentación son seguras para el consumidor, por estar libres de compuestos orgánicos dañinos; ya que según Ludeña (2018), indica que alimentos que son fuentes los hidratos sometidos a altas temperaturas generan acrilamida.



**Gráfico 4.3. Evolución de temperaturas en Montones, Sacos y Cajones con 5 días de aguante.**

Torres y col. (2004) citado por Portillo *et al.* (2012); observaron que al desgranar las mazorcas después de 5 días de cosechadas, la temperatura incrementaba bruscamente y alcanzaba valores más elevados; esto puede ser atribuido a una pre fermentación de las mazorcas durante el almacenamiento, ya que se observó granos marrones en dicho cacao antes de fermentarlo. Estos mismos comportamientos se identificaron en los granos de cacao cuyas mazorcas se sometieron a 5 días de aguante

en la presente investigación. En el Gráfico 4.3 se representa los tratamientos con 5 días de aguante en mazorca y efectivamente al igual que lo mencionado en la cita anterior; hay un incremento acelerado durante las primeras 39 horas con una temperatura de 43,9 °C en el tratamiento 5D-C y de 44,7°C en el tratamiento 5D-M, mientras que en el tratamiento 5D-S la temperatura aumenta pero lentamente; siendo de 33 °C a 39 horas de fermentación. Estos valores continuaron en aumento notorio para el tratamiento de 5D-C hasta llegar a 48 °C con 117 horas en fermentación. Toda esta evolución de temperaturas se explica y se corrobora con la misma idea mencionada en la cita anterior. En ella se atribuye que dichos comportamientos mencionados se desarrollan debido la existencia de una pre-fermentación durante los días de aguante del fruto; antes del inicio de la fermentación.

Portillo *et al.* (2012) explica que el inicio del proceso de fermentación en su investigación es muy lento, ya que la degradación de azúcares por levaduras genera poco calor. Asimismo menciona que el ascenso de la temperatura es provocado por las reacciones exotérmicas y la actividad microbiológica que ocurre durante este proceso, la mayor cantidad de calor proviene de la oxidación del etanol a acetato y de la conversión del acetato a CO<sub>2</sub> y agua (Cros y Jeanjean, 1995 citado por Portillo, 2012), finalmente la temperatura desciende por la inactivación microbiana, alcanzando valores cercanos a 40°C (Senanayake y col, 1995 citado por Portillo, *et al* 2012). Con los argumentos antes mencionados se permite explicar porque algunos tratamientos como el 0D-S (Gráfico 4.1) y el 5D-S (Gráfico 4.3) muestran una fermentación lenta con valores de 33,9 °C y 26,3 °C durante las primeras 29 horas. En cuanto al descenso de temperaturas; este no tiene una disminución notoria en ninguno de los tratamientos en las últimas horas de fermentación; ya que se registró valores en el rango de 43 °C a 48 °C al término del quinto día en fermentación. Por ello se concluye, al igual que la cita anterior, que el comportamiento de las altas temperaturas se atribuye a la constante actividad microbiológica; no obstante se aduce que esta actividad de microorganismos permaneció aún activa durante las últimas horas en fermentación para el cacao de Coopagro Linderos.

#### **4.3.2. Monitoreo del progreso de la fermentación mediante la prueba de corte en fresco**

Se registró los valores de la prueba de corte en fresco de todos los tratamientos evaluados como se muestran en la Tabla 4.16. Considerando que estos valores muestran una fermentación aparente y solo se aplicó con el fin de observar el progreso de la masa de cacao en fermentación como parte de un análisis preliminar.

Portillo *et al.* (2006) recomienda para el cacao Criollo Porcelana (*Theobroma Cacao*) un tiempo de fermentación no superior a 72 horas. Del mismo modo Gutiérrez *et al.* (2012) menciona para su investigación un tiempo de fermentación de 3 días para el logro de una óptima fermentación. Considerando los antecedente mencionados se escogió el tercer día para evaluar el porcentaje aparente de la fermentación durante su desarrollo y decidir de esta manera si se coincide o no con las anteriores investigaciones para el número de días en fermentación.

Todos los resultados de la prueba de corte en fresco revelaron una falta de fermentación; debido a que ninguno de los tratamientos registraba un valor mayor o igual a 75 % en fermentación aparente. Es por ello que a partir de la evolución de temperaturas y de la prueba preliminar de corte en fresco se designó 2 días más en fermentación para todos los tratamientos evaluados; considerando que si bien el

tiempo de fermentación no es una variable que se abordó para su estudio; pero si se creyó necesario buscar las condiciones más cercanas a un tiempo adecuado y constante para todos los tratamientos de la investigación (5 días).

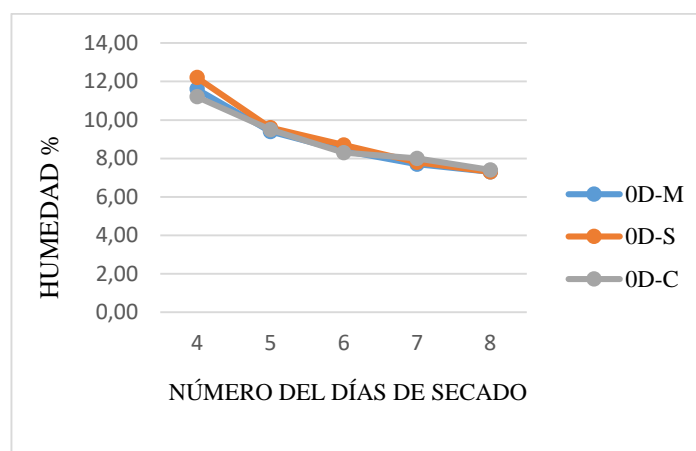
**Tabla 4.16. Porcentajes de fermentación en la prueba de corte en fresco**

Días de aguante de la mazorca	Tipo de fermentador		
	Montones	Sacos	Cajones
0 días	35%	65%	60%
3 días	65%	70%	65%
5 días	40%	30%	50%

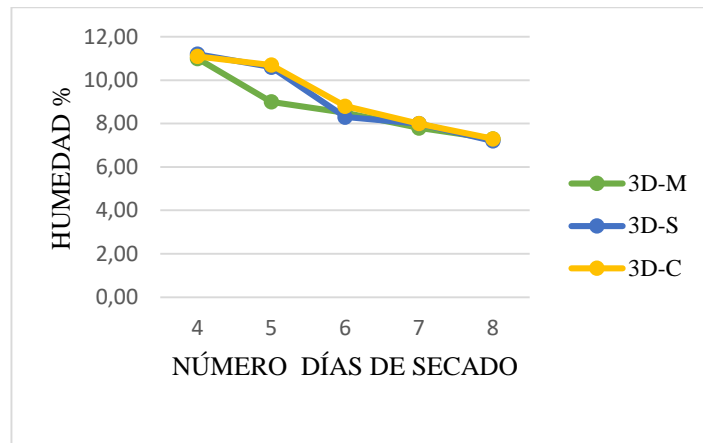
#### 4.3.3. Monitoreo del % humedad durante los días de secado

Se determinó la humedad a partir del cuarto día en secado; ya que los primeros 4 días el grano se presentó demasiado fresco para ser ingresado al medidor de humedad Draminski Twistgrain. Cuyos rangos aceptables para detectar la medida de humedad deben ser menores de 20%. En el anexo 24 se registró todas las humedades a lo largo de los 8 días que duró el secado del cacao de Coopagro Linderos.

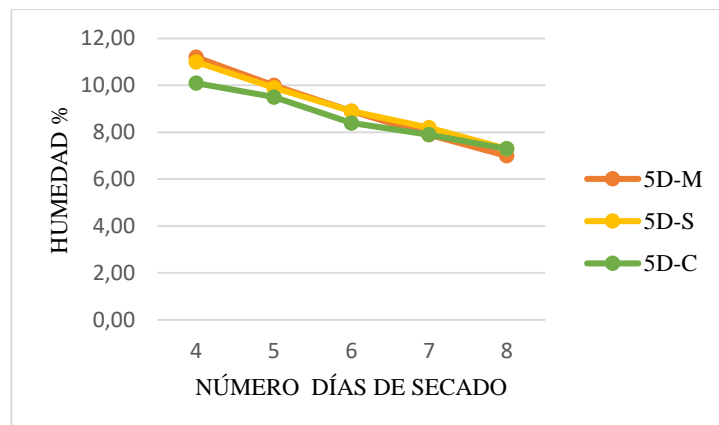
APPCACAO (2006) menciona que el proceso de secado no constituye una simple reducción de humedad; sino que los cambios químicos continúan mientras el contenido de humedad descende, este proceso no debe ser muy rápido, más al contrario debe ser lento para volatizar los ácidos. Además recomienda extender las almendras de cacao fermentadas sobre secadores en capas no mayores de 3 cm de espesor. Considerando las recomendaciones mencionadas se decidió desarrollar un secado lento y no forzado; para ello no se realizó una exposición directa de las almendras al sol, sino se utilizó la sombra de calaminas transparentes durante los días de secado a fin de eliminar el ácido acético y la humedad presente en cada grano de forma idónea.



**Gráfico 4.4. Evolución de la humedad en tratamientos con 0 días de aguante.**



**Gráfico 4.5. Evolución de la humedad en tratamientos con 3 días de aguante.**



**Gráfico 4.6. Evolución de la humedad en tratamientos con 5 días de aguante.**

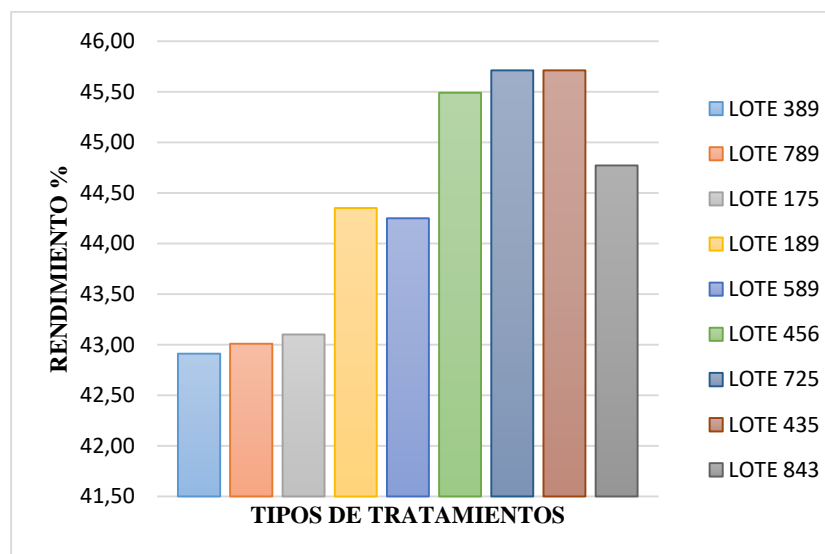
En la búsqueda de antecedentes relacionados con el tiempo de secado del cacao Piurano en la zona norte del Perú; se encontró a Cordova *et al.* (2016); quien menciona que en el centro de acopio de Palo Blanco el proceso de secado duró cuatro días y en el de Chililique duró seis días; esto debido a la diferencia en la ubicación geográfica y condiciones medioambientales donde se ubican los centros de acopio. Sin embargo contrastando la cita mencionada con los resultados de la presente investigación; se puede notar una diferencia en los días de secado; como se muestra en los Gráficos 4.4, 4.5 y 4.6 con un total de 8 días en el centro de acopio de COOPAGRO Linderos. No obstante como es sabido el Perú es un país multiclímático y por ello al igual que otros autores se comparte la idea de que la variación de los días de secado se debe a las condiciones medioambientales de cada centro de acopio.

Bravo *et al.* (2010) menciona que durante el secado al sol del cacao, la velocidad promedio del descenso de la humedad en el grano está en función del número de días de secado y varía considerablemente según las condiciones climáticas imperantes al exponer los granos al sol. Asimismo Jinap *et al.* (1994); Ghosh y Cunha (1975); Días y Ávila (1993) citado por Bravo *et al.*, (2010) mencionan que en este proceso, la pérdida de agua es gradual y continua. Los argumentos mencionados se sustentan y coinciden con los resultados reportados durante la etapa de secado del cacao de Coopagro Linderos; ya que en los gráficos 4.4, 4.5 y 4.6 se nota una disminución continua dependiente de cada día de secado en todos los tratamientos evaluados; reflejando una humedad final idónea menor de 7.5%.

#### 4.3.4. Rendimiento del grano en seco obtenido por cada tratamiento.

Después de finalizado el proceso de beneficio postcosecha; se registró los pesos finales obtenidos de cada uno de los tratamientos y se calculó el rendimiento equivalente de grano en seco por cada lote. (Anexo 25).

Considerando que todos los tratamientos se sometieron a fermentación con la misma cantidad de cacao en baba; en el Gráfico 4.7 se evidencia que los tratamientos 435(5D-S) y 725(5D-C) muestran los valores más altos en rendimiento de grano en seco. Es decir que los tiempos de aguante en mazorca de 5 días tanto en cajones como en sacos dan como resultado una pérdida menor de peso después del secado y por ende un rendimiento mayor de cacao en grano.



**Gráfico 4.7. Rendimientos a partir del cacao seco obtenido por cada tratamiento**

Si bien es cierto el objetivo de este proyecto de investigación no es determinar y evaluar el rendimiento del grano de cacao producido; pero como parte una información adicional se muestra que la mayoría de tratamientos pierden peso en el rango de 54,29% –57,09% durante el desarrollo del proceso de beneficio postcosecha.

#### 4.4. RESULTADOS Y DISCUSIONES SOBRE EL EFECTO QUE EJERCE EL TIEMPO DE AGUANTE DE LA MAZORCA Y EL TIPO DE FERMENTADOR SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS EVALUADAS.

Para el análisis estadístico de cada una de las variables físicas evaluadas; se consideró un diseño tipo factorial  $3^2$ , se evaluó el efecto de las 2 variables independientes (factores) además de su interacción sobre la variable respuesta y se discutió los datos finales obtenidos. En la Tabla 4.17 se muestra los resultados de forma resumida de todas las propiedades físicas estudiadas según cada tratamiento evaluado.

**Tabla 4.17. Resultados promedio de las propiedades Físicas evaluadas por cada Tratamiento.**

Tratamientos (Códigos )	Propiedades físicas Evaluadas				
	Humedad (%)	Índice de grano (g)	Calibre de grano (g)	Grano Blanco (%)	Fermentación Total (%)
175	6,5	1,39975	139,975	42	83
789	5,83	1,39405	139,405	50	82
389	5,3	1,33885	133,885	43	79
456	7,43	1,41295	141,295	38	90
589	7,0	1,32065	132,065	41	89
189	6,97	1,33905	133,905	51	93
843	6,97	1,47685	147,685	55	60
435	6,77	1,33475	133,475	47	74
735	6,37	1,35125	135,125	64	75

#### 4.4.1. Análisis de Humedad del grano seco.

Se realizó la medida de cada una de las humedades de los tratamientos por triplicado y se registró cada valor en el formato otorgado por la Cooperativa Agraria Norandino LTDA. (Ver Anexo 26 y ver Anexo del 31 al 39).

##### 4.4.1.1. Análisis de varianza para % humedad en grano seco

La Tabla 4.18 muestra un análisis de varianza para el diseño factorial  $3^k$ ; cuyos datos revelan que el factor tiempo de aguante de la mazorca influye sobre la humedad con un 5% de significancia. Asimismo se sabe que el factor tipo de fermentador afecta significativamente la humedad; al igual que la interacción entre el tiempo de aguante y el tipo de fermentador; ambos con un 5 % de significancia y 95% de confiabilidad.

**Tabla 4.18. Análisis de Varianza (ANOVA) con la Humedad como variable respuesta.**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Tiempo de aguante	7,32	2	3,66	106,27	0,000	3,555
Tipo de fermentador	2,59	2	1,29	37,56	0,000	3,555
Interacción	0,55	4	0,14	3,98	0,017	2,928
Error	0,62	18	0,03			
Total	11,08	26				

Para conocer a mayor detalle sobre que niveles de cada factor y sus interacciones son los más eficaces con respecto a la humedad; se realizó pruebas múltiples de medias, cuyos resultados se muestran en los siguientes párrafos.

#### 4.4.1.2. Tukey para el factor Tiempo de aguante

La Tabla 4.19, muestra el método de Tukey considerando solo el efecto del factor tiempo de aguante; cuyos resultados revelan que existe una diferencia significativa entre los niveles de aguante (3D, 5D y 0D). Es por ello que la influencia sobre la humedad por parte de cada nivel es estadísticamente diferente. En el análisis; todos los datos de humedad son adecuados porque están de acuerdo a la Norma Técnica Peruana del cacao (NTP ISO 2451); sin embargo el tiempo de aguante de 0 días (0D) en mazorca posee la mejor respuesta frente a la humedad evaluada con un 5,87778 % en promedio.

**Tabla 4.19. Método de Tukey con una confianza de 95%; con el factor tiempo de Aguante.**

Tiempo de aguante	N	Media	Agrupación
3D	9	7,13333	A
5D	9	6,70000	B
0D	9	5,87778	C

En la investigación de Gervaise *et al.*, (2009) se menciona que el cacao evaluado bajo 0 días de aguante tienen una humedad de 4,29 %; mientras que con 5 días de aguante un valor mayor de 5,40 %. Por otro lado Bravo *et al.*, (2010) para el cacao criollo con 0 días de aguante tiene una humedad de 8.07 %; mayor en comparación con el valor de 7.68 % en un cacao criollo con 3 días de aguante. Ambos antecedentes difieren entre sí; sin embargo contrastándolos con la humedad final del cacao de Coopagro Linderos bajo los diferentes tiempo de aguante; se refuta los resultados de Bravo *et al.*, (2010) y se coincide con Gervaise *et al.*, (2009). Es por ello que junto a los resultados de la prueba de Tukey de la Tabla 4.16; se considera el tiempo de aguante de 0 días como un nivel influyente para obtener una humedad final estadísticamente menor en comparación con la humedad de un cacao sometido a tiempos de aguante mayores.

#### 4.4.1.3. Tukey para el factor Tipo de fermentador

El método de Tukey de la Tabla 4.20 se realizó considerando solo el efecto del factor tipo de fermentador. A partir de sus resultados se concluye que existe una diferencia estadísticamente significativa entre los tipos de fermentadores Montones (M), Sacos(S) y Cajones (C) con un 95% de confiabilidad. Asimismo se afirma que la influencia de cada nivel evaluado sobre el porcentaje de humedad es significativamente diferente. Por ende se consideró adecuados todos los resultados por estar de acuerdo a la norma Técnica Peruana de cacao; sin embargo el tipo de fermentador en Cajones (6,2 %) se manifestó con una mejor y menor humedad en comparación con Sacos y Montones.



**Tabla 4.20. Método de Tukey con una confianza de 95%; con el factor tipo de fermentador.**

Tipo de fermentador	N	Media	Agrupación	
M	9	6,96667	A	
S	9	6,53333	B	
C	9	6,21111	C	

En el estudio de Paredes *et al.*, (2004) citado por Meza *et al.* 2010; en tres métodos de fermentación (Cajas, Montones y Sacos) la humedad de las almendras es estadísticamente igual, aunque numéricamente es menor en las Cajas (7,65%), que en los Sacos (8,39%) y Montones (8,00%). Sin embargo en comparación con la cita anterior; se identificó una diferencia no solo numérica en los tratamientos relacionados con el tipo de fermentador; sino también estadística donde se coincide que el tipo de fermentador en cajones (6,97 %) posee una humedad en promedio menor que la reportada en sacos (6,53%) y montones (6,97 %).

#### 4.4.1.4. Tukey de la interacción respectiva entre ambos factores

En la Tabla 4.21 se muestra el método de Tukey considerando la influencia tanto del Tiempo de aguante de mazorca y el tipo de fermentador. Las combinaciones resultantes 3D-S, 3D-C Y 5D-M no poseen ninguna diferencia significativa entre ellas y su nivel de respuesta frente a la humedad es estadísticamente igual. Del mismo modo las interacciones 5D-S y 0D-M son significativamente iguales; con un grado de respuesta similar con respecto a la humedad. Sin embargo en el análisis; se identifica combinaciones significativamente diferentes como 3D-M, 5D-C, 0D-S y 0D-C; que al ser comparadas individualmente con el resto de interacciones; se demuestra que su nivel de respuesta frente a la humedad es estadísticamente distinto. En síntesis todos los resultados se reportan como adecuados por ser menores o iguales a 7.5 % en humedad; no obstante se identifica a el Tratamiento con 0 días de aguante fermentado en Cajones (0D-C) como la combinación con la mejor respuesta frente al % Humedad evaluada (5,30 %).

**Tabla 4.21. Método de Tukey con confianza de 95%; con la interacción de ambos factores.**

Tiempo de aguante* Tipo de fermentador	N	Media	Agrupación	
3D-M	3	7,43333	A	
3D-S	3	7,00000	A	B
3D-C	3	6,96667	A	B
5D-M	3	6,96667	A	B
5D-S	3	6,76667	B	C
0D-M	3	6,50000	B	C
5D-C	3	6,36667	C	
0D-S	3	5,83333	D	
0D-C	3	5,30000	E	

Macías *et al.*, (2014) menciona que el contenido de humedad de todas sus muestras se encuentra dentro del rango de 6 a 7%, de acuerdo a lo recomendado por Braudeau (1970) y Álvarez *et al.* (2007) citado por Macías *et al.*, (2014). Los referidos autores señalan que las almendras con un rango de humedad entre 6 y 7% no son propensos a sufrir ataques de mohos. Asimismo Bekele y Buttler (2000) citado por Macías *et al.*, (2014) mencionan que el contenido de humedad es un factor de calidad clave para la preservación, empaque, transporte y almacenamiento. Los antecedentes citados se asemejan con los valores de humedad del cacao de Coopagro Linderos, ya que todos sus tratamientos poseen valores de humedades menores o iguales a 7 %; con excepción del tratamiento fermentado en Montones con 3 días de aguante (3D-M). Sin embargo pese al predominio de una diferencia estadística significativa entre algunas interacciones; se consideran todos los tratamientos con una humedad idónea dentro del proceso de beneficio postcosecha; ya que no solo coinciden con los valores de humedad recomendados por otras investigaciones; sino que además concuerdan con la Norma Técnica Peruana ISO 2451 (2006); con un límite de humedad de 7.5 %. Asimismo se rescata que el tratamiento con 0 días de aguante fermentado en Cajones (0D-C) en comparación con el resto de combinaciones; genera un mejor efecto en el porcentaje de humedad final evaluado.

#### 4.4.2. Análisis del Índice de grano seco.

##### 4.4.2.1. Análisis de Varianza con el índice del grano

Con los datos registrados del índice de grano en el Anexo 27; se realizó el análisis de varianza de la Tabla 4.22. Con estos resultados se demuestra que hay efecto por parte del tipo de fermentador sobre el índice de grano al igual que una diferencia significativa entre dichos niveles. Del mismo modo también se identifica un efecto por parte de la interacción resultante entre el tipo de fermentador y el tiempo de aguante. Asimismo se rescata que el tiempo de aguante de la mazorca no afecta el índice de grano del Cacao de Coopagro Linderos.

**Tabla 4.22. Análisis de Varianza (ANOVA) con el Índice de grano como variable respuesta.**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Tiempo de aguante	0,003	2	0,001	2,85	0,110	4,26
Tipo de fermentador	0,028	2	0,014	28,33	0,000	4,26
Interacción	0,010	4	0,003	5,20	0,019	3,63
Error	0,004	9	0,001			
Total	0,046	17				

Los siguientes párrafos describen las pruebas múltiples de medias aplicadas sobre el tipo de fermentador y en la interacción respectiva de los factores en estudio; con el fin de describir a mayor detalle los efectos reportados.

#### 4.4.2.2. Tukey para el factor tipo de fermentador

La prueba de Tukey de la Tabla 4.23 se evaluó considerando solo el efecto del tipo de fermentador. Estos datos revelan que los efectos de los tipos de fermentadores en Sacos y Cajones son estadísticamente similares frente al índice del grano. Sin embargo el efecto del tipo de fermentador en Montones (M) es significativamente diferente en comparación con el resto de niveles y su respuesta frente al índice de grano es mejor que sacos y cajones; por revelar un peso promedio mayor en índice de grano de 1,43 g.

**Tabla 4.23. Método de Tukey con confianza de 95%; con el factor tipo de fermentador.**

Tipo de fermentador	N	Media	Agrupación
M	6	1,42985	A
S	6	1,34982	B
C	6	1,34305	B

#### 4.4.2.3. Tukey de la interacción respetiva entre ambos factores.

Considerando la influencia de ambos factores; se realizó la prueba de Tukey de la Tabla 4.24; cuyos análisis revelan que las combinaciones 0D-M y 0D-S son estadísticamente similares con respecto al grado de efecto sobre el índice de grano. Del mismo modo las combinaciones 5D-C, 3D-C, 0D-C Y 5D-S se muestran con un comportamiento similar frente al índice de grano. Por otro lado los tratamientos 5D-M, 3D-M y 3D-S son estadísticamente diferentes al ser comparados de forma individual con cada combinación y por ende su nivel de respuesta frente al índice de grano es significativamente distinto. En síntesis se rescata al tratamiento con 5 días de aguante fermentado en Montones (5D-M) como la combinación con la mejor respuesta frente al índice de grano evaluado (1,48 g).

**Tabla 4.24. Método de Tukey con un 95% de confianza, considerando ambos factores**

Tiempo de aguante*Tipo de fermentador	N	Media	Agrupación
5D-M	2	1,47685	A
3D-M	2	1,41295	A B
0D-M	2	1,39975	A B C
0D-S	2	1,39405	A B C
5D-C	2	1,35125	B C
3D-C	2	1,33905	B C
0D-C	2	1,33885	B C
5D-S	2	1,33475	B C
3D-S	2	1,32065	C

Macías *et al.*, (2014) reporta un 1,65 g en el clon DIRCYT-C103 como el mayor peso obtenido de su estudio, seguido por el testigo CCN-51 con 1.62 g. Mientras que Bravo y Mingo *et al.*, (2011) en el cacao ecuatoriano tienen un peso promedio de la almendra de 1.26 gramos; considerando 1.15 gramos como el peso ideal del grano. Sin embargo el rango de los promedio del índice de grano de Coopagro Linderos viene de 1,32 g a 1,48 g; con ello se aduce que la discordancia de los resultados del presente estudio con los de la bibliografía consultada podría atribuirse al empleo de diferentes tipos de fermentadores así como al uso de variedades de cacao distintas.

Normas COVENIN (1998) citado por Portillo López *et al.*, (2012) menciona que el cacao venezolano es considerado como cacao extrafino cuando su peso promedio de grano es de 1,20 g como mínimo, del mismo modo se considera cacao fino de primera cuando su peso es de 1,20 gramos como mínimo y un cacao fino de segunda cuando su peso de grano es de 1,0 gramo. Contrastando la cita mencionada con los datos de la investigación; se concluye según el criterio de Venezuela que el cacao nativo de Coopagro Linderos puede ser considerado por su valor mínimo de 1,32 g en índice grano como un cacao extrafino; sin embargo existen muchos otros factores de calidad involucrados para ser considerado como tal.

En la búsqueda de antecedente relacionados con el índice de grano del cacao del Norte del Perú se cita a Cordova., *et al* (2016); quien en su investigación con cacao Criollo de Palo Blanco y Chililique; reporta en sus mejores tratamientos índices de grano de 1.3 gramos a 1.34 gramos en ambos centros de acopio. En comparación se aduce que los valores de la cita anterior se encuentran dentro del rango del índice de grano del cacao de Coopagro Linderos (1,32 a 1,48 gramos); no obstante se rescata que el peso por grano del presente estudio alcanza límites mayores de hasta 1,48 gramos; considerando el tratamiento con 5 días de aguante fermentado en Montones (5D-M) como la combinación que mejor influye sobre el peso promedio del índice de grano como variable respuesta.

#### **4.4.3. Análisis del calibre del grano seco.**

##### **4.4.3.1. Análisis de varianzas para el calibre del grano**

A partir de los datos recopilados del Anexo 28 se realizó el análisis de varianza de la Tabla 4.25; cuyos resultados demuestran que existe un efecto significativo sobre el calibre del grano; por parte del factor tipo de fermentador y la interacción entre el tiempo de aguante y el tipo de fermentador; ambos con un 5% de significancia y 95% de confiabilidad. Sin embargo el tiempo de aguante en mazorca no reporta ningún tipo de efecto sobre el calibre del grano seco evaluado con un 5 % de significancia y 95% de confiabilidad. Asimismo se consideró un diseño de bloques completos para el análisis del calibre del grano como variable respuesta; dentro de las propiedades físicas evaluadas de la investigación.

**Tabla 4.25. Análisis de Varianza (ANOVA) con Calibre de grano como variable respuesta.**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Tiempo de Aguante	28,107	2	14,053	2,85	0,110	4,26
Tipo de Fermentador	279,707	2	139,854	28,33	0,000	4,26
Interacción	102,609	4	25,652	5,20	0,019	3,63
Error	44,427	9	4,936			
Total	454,850	17				

Con el fin de describir a mayor detalle los efectos identificados sobre el calibre del grano, en los siguientes párrafos se muestra el análisis de las pruebas múltiples de medias respectivas.

#### 4.4.3.2. Tukey para el factor tipo de fermentador

Considerando solo el efecto del factor tipo de fermentador para el análisis; se tiene los resultados de la Tabla 4.26. Con dichos datos se califica los tipos de fermentadores en Sacos y Cajones como significativamente iguales con respecto al grado de respuesta frente al promedio del calibre del grano. Sin embargo el tipo de fermentador en Montones posee una diferencia estadística significativa en comparación con el resto de niveles y se considera como el nivel con la mejor respuesta frente al calibre del grano evaluado con un 142,985 g en promedio.

**Tabla 4.26. Método de Tukey considerando la influencia del factor tipo de fermentador.**

Tipo de fermentador	N	Media	Agrupación
M	6	142,985	A
S	6	134,982	B
C	6	134,305	B

#### 4.4.3.3. Tukey de la interacción respetiva entre ambos factores de estudio.

Los datos del análisis de Tukey de la Tabla 4.27 revelan que las combinaciones 0D-M y 0D-S son estadísticamente similares y por ende tiene el mismo efecto sobre el calibre del grano. Del mismo modo las combinaciones 5D-C, 3D-C, 0D-C y 5D-S se muestran con un comportamiento similar frente al Calibre de grano. Por otro lado los tratamientos 5D-M, 3D-M Y 3D-S comparados de forma individual; se describen como significativamente diferentes al igual que sus efectos sobre el calibre del grano. En síntesis se identifica al tratamiento con 5 días de aguante fermentado en Montones (5D-M) como la combinación que mejor influye sobre el calibre del grano evaluado con 147, 685 g en promedio.

**Tabla 4.27. Método de Tukey considerando ambos factores con una confianza de 95%.**

Tiempo de Aguante*Tipo de fermentador	N	Media	Agrupación		
5D-M	2	147,685	A		
3D-M	2	141,295	A	B	
0D-M	2	139,975	A	B	C
0D-S	2	139,405	A	B	C
5D-C	2	135,125		B	C
3D-C	2	133,905		B	C
0D-C	2	133,885		B	C
5D-S	2	133,475		B	C
3D-S	2	132,065			C

Macías *et al.*, (2014) reporta en quince clones de cacao; doce de tipo Nacional y tres testigos (CCN-51, EET-103 e IMC-67) un promedio general de 136,42 g en calibre de grano, sin ninguna diferencia estadística significativa entre sus muestras. Asimismo Cedeño (2010) citado por Macías *et al.*, (2014) menciona que los granos comerciales de cacao tienen un peso promedio comprendido entre 100 a 120 gramos. Mientras que Álvarez *et al.* (2007) citado por Macías *et al.*, (2014) reporta en su estudio un promedio de 157,45 g de calibre de grano. Los antecedentes mencionados difieren entre sí; por ello se aduce que la discordancia de los valores del calibre del cacao de Coopagro Linderos con los de la bibliografía consultada; se atribuye al tipo de fermentador empleado; al tratamiento sometido y al uso de materiales de cacao distintos. Asimismo se rescata el efecto estadísticamente significativo y satisfactorio por parte del tipo de fermentador en Montones y del tratamiento con 5 días de aguante fermentado en montones (5D-M); por sus más altos pesos en el calibre del grano seco como variable respuesta.

#### 4.4.4. Prueba de corte para el análisis del porcentaje de fermentación total.

Para el desarrollo de la prueba de corte en laboratorio se determinó granos violetas, violetas parcialmente fermentados, violetas fermentados, blancos no fermentados, blancos parcialmente fermentados y blancos fermentados; para así obtener una fermentación parcial al igual que una fermentación completa. Todos los resultados de los aspectos mencionados se registraron en las ficha de evaluación física del Anexo 31 hasta el Anexo 39 a un mayor detalle. Asimismo debido al constante interés por muchas cooperativas y mercados internacionales en el porcentaje de grano blanco; se realizó a modo de complemento una tabla resumen por cada tratamiento de este tipo de grano; cuyos resultados del Anexo 29 reportan valores muy aceptables entre 38 % hasta 64% de grano blanco de COOPAGRO Linderos, Morropón, Piura. Por ende se concluye que estos datos de grano blanco se atribuyen y dependen de la variedad nativa del cacao en estudio más no del proceso de beneficio postcosecha empleado.

Para el análisis estadístico solo se consideraron los resultados del porcentaje de fermentación total; con cuyos datos registrados en el Anexo 30; se realizó el análisis de Varianza descrito en el siguiente párrafo.

#### 4.4.4.1. Análisis de varianza para el porcentaje de fermentación Total.

En el análisis de los datos de la Tabla 4.28 se entiende que el tiempo de aguante en mazorca influye significativamente en el porcentaje de fermentación total con un 5 % de significancia y por ende existe una diferencia significativa entre sus niveles. Sin embargo el factor tipo de fermentador no influye estadísticamente sobre el porcentaje de fermentación total del grano seco evaluado.

**Tabla 4.28. Análisis de varianza con % de Fermentación Total como variable respuesta.**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad para F	Valor crítico para F
Días de aguante	664,222	2	332,111	11,09	0,023	6,94
Tipo de fermentador	38,222	2	19,111	0,64	0,575	6,94
Error	119,778	4	29,944			
Total	822,222	8				

#### 4.4.4.2. Tukey para el factor Tiempo de aguante en Mazorca.

Considerando solo el factor influyente en el % fermentación se tiene el análisis de medias de la Tabla 4.29; con cuyos resultados se interpreta que los tiempos de aguante en mazorca influyen sobre el porcentaje de fermentación total del cacao de Coopagro Linderos y son significativamente diferentes. Asimismo se considera al tiempo de aguante de 3 días como el más adecuado en comparación con el resto de niveles; por su mayor promedio en porcentaje de fermentación Total del grano (90,67 %).

**Tabla 4.29. Método de Tukey con 95% de confianza para factor Tiempo de aguante.**

Días de Aguante	N	Media	Agrupación	
3D	3	90,67	A	
0D	3	81,33	A	B
5D	3	69,67		B

Investigaciones como los estudios realizados por Barel (1987); Díaz y Ávila (1993); Álvarez (1997); Torres y col., (2004) citados por Portillo *et al.*, (2012) demostraron que retardar el desgrane de la mazorca de cacao luego de cosechada, promueve una fermentación acelerada. Según estos autores, obtuvieron mejores resultados después de un retardo de 6 d entre la cosecha y el desgrane. Asimismo Torres *et al.*, (2004) citado por Gervaise *et al.*, (2009) menciona que al retardar el desgrane se obtiene un mayor índice de fermentación, es decir un número de granos pardos más alto en el cacao seco. Sin embargo; las muestras evaluadas con el mayor número de días de aguante (5D) en la presente investigación revelan un porcentaje de fermentación total



menor (69,67 %) que las muestras con 0 días de aguante (81,33 %) de Coopagro Linderos. Por ello; considerando la Prueba de Tukey de la Tabla 4.29; que identifica el tiempo de aguante de 3 días como el que mejor influye en el análisis del % fermentación Total (90,67%); se aduce que un tiempo de aguante en mazorca es adecuado siempre y cuando se empleen los días apropiados; ya que si son más de los necesarios podrían repercutir de forma insatisfactoria en el valor final del porcentaje de fermentación Total.

Bravo *et al.* (2010) menciona en sus estudios que el grado de fermentación fue superior en mazorcas con almacenamiento de 0 días (75 a 83%) y menor en las mazorcas con almacenamiento de 3 días (70 a 75%); además considera estos datos dentro de los rango establecidos con buena fermentación. Sin embargo estos resultados difieren con los valores de la presente investigación del Cacao de Coopagro Linderos; debido a que se tiene el mayor % de fermentación Total en el cacao con 3 días de aguante (90,67 %); mientras que valores menores se registran en muestras con 0 días de aguante en mazorca (81,33 %). En síntesis; considerando que muchos autores como Gutiérrez *et al.*, (2012) recomiendan que el índice de fermentación debe ser mayor al 75%; se concluye que ambos tiempos de aguante en mazorca (3D y 0D) son apropiados pero estadísticamente diferentes; con una mejor influencia por parte de un tiempo de aguante de 3 días sobre el porcentaje de fermentación Total del cacao de Coopagro Linderos.

#### **4.5. RESULTADOS Y DISCUSIONES SOBRE EL EFECTO QUE EJERCE EL TIEMPO DE AGUANTE DE LA MAZORCA Y EL TIPO DE FERMENTADOR SOBRE LAS PROPIEDADES QUÍMICAS.**

En la Tabla 4.30 se empleó los códigos de la Tabla 3.4 para la nomenclatura de cada tratamiento; en ella se tiene todo el análisis químico proximal considerado para conocer a mayor detalle el contenido nutricional del cacao nativo orgánico de la Cooperativa Agropecuaria Linderos de Maray.

Según Córdova *et al.* (2016) reporta que el cacao de la zona Chilique y Palo Blanco de la región Piura tiene un porcentaje de grasa total en el rango de 32,16 % a 42,7%; para Proteína Total valores de 14,35 % a 23,18%. ; para Fibra Total porcentajes de 2,8% a 3,6% y para cenizas Totales valores de 2,87 a 4,28 %. Al comparar la cita mencionada con los resultados de la Tabla 4.30 según el Anexo 40; se muestra que el cacao en grano seco sin cáscara de Coopagro Linderos posee niveles de grasa menores que los de la zona de Chilique y Palo Blanco; con un valor máximo de 38,12%, pertenecientes al tratamiento de cajones con 5 días de aguante (725). Del mismo modo los valores de proteínas son menores; con un punto máximo de 21,45 % perteneciente al tratamiento de Sacos con 5 días de aguante (435). Por otro lado en la comparación, se nota una diferencia numérica entre los resultados de Fibra Total con un valor de 3,18 % para el tratamiento de Montones con 5 días de aguante (843). Asimismo los valores de cenizas totales son numéricamente menores en comparación con la cita mencionada; con un valor máximo de 2,92 % para el tratamiento de sacos con 3 días de aguante (589). En síntesis se concluye que los análisis químico en la mayoría de tratamientos evaluados son numéricamente menores que los resultados de la investigación de Córdova *et al.* (2016); sin embargo, pese a que se trabajó con la misma variedad en ambas investigaciones, su diferencia se le atribuye a diferentes factores como el ambiente y las variaciones en los procedimientos del proceso de beneficio postcosecha empleados. Asimismo se considera a el tiempo de aguante de 5 días como un factor significativamente influyente en las propiedades químicas evaluadas; ya que revela los valores más altos en grasa Total, Proteína Total y Fibra Total comparados con el resto de tratamientos.

Por su parte Enríquez (2003) citado por Meza (2010) aduce que el contenido de cenizas permite diferenciar un cacao fino de un ordinario; ya que el primero posee porcentajes mayores al 3 % y el segundo menores al 2,5 %. Al contrastar los resultados con los valores de cenizas de la investigación se tiene que todos los tratamientos, a excepción del tratamiento 389 (Cajones con 0 días de aguante), se muestran con valores mayores de 2,5% pero menores de 3 %; sin embargo se refuta la idea que considera los valores de cenizas mayores de 3% como indicadores directos de un cacao fino de aroma; debido a que los análisis sensoriales del Ítem 4.7 de la presente investigación se demuestra lo contrario.

Debido a que la presencia de cadmio en el cacao de América Latina se ha convertido recientemente en un problema controversial; se consideró conveniente a modo de complemento incluir un análisis de este metal en el cacao de Coopagro Linderos. Para ello se empleó el Reglamento (UE) de la Comisión N° 488/2014 que modifica el Reglamento (CE) N° 1881/2006 por lo que respecta al contenido máximo de cadmio en los productos alimenticios, aplicable a partir del 1 de enero de 2019. (CHOCOLATE, BISCUITS & CONFECTIONERY (CAOBISCO); EUROPEAN COCOA ASSOCIATIONS (ECA); FEDERATION OF COCOA COMMECE (FCC) (s/f); 2015). En el Chocolate con un contenido de materia seca total de cacao mayor o igual de 50%; el límite Máximo permitido es de 0,80mg/kg. (CHOCOLATE, BISCUITS & CONFECTIONERY (CAOBISCO); EUROPEAN COCOA ASSOCIATIONS (ECA); FEDERATION OF COCOA COMMECE (FCC) (s/f); 2015). Considerando la cita mencionada; en la Tabla 4.30 se tiene los tratamientos 175, 456, 843 y 435 con valores satisfactorios por estar bajo los límites Máximos permitidos de mg de Cadmio por Kg de muestra. Sin embargo los tratamientos 789, 389, 589, 189 y 725 poseen valores mayores a 0.80 mg/Kg de cadmio; pero no considerados numéricamente significativos. En síntesis los niveles reportados de cadmio por parte de todos los tratamientos son considerablemente menores en comparación con las zonas del norte de Piura como Buenos aires, el valle de San Lorenzo y las Lomas, cuyos valores se reportan con un 1,55 mg/Kg de Cadmio ( USDA, ICT Y Universidad de Florida, 2017).

**Tabla 4.30. Resultados de análisis químicos en los tratamientos con muestras sin cáscara.**

Análisis	Unidad	Muestras(Códigos )								
		175	789	389	456	589	189	843	435	725
Humedad	%	3,99	2,38	2,43	4,29	2,76	2,89	4,51	2,95	2,91
Grasa Total	%	33,10	33,10	37,99	33,24	33,14	38,10	33,26	33,18	38,12
Proteína Total	%	15,78	21,10	19,10	15,80	21,30	19,40	15,85	21,45	19,45
Fibra Total	%	3,15	3,12	2,89	3,16	3,10	2,91	3,18	3,14	3,10
Cenizas Totales	%	2,67	2,84	2,43	2,73	2,92	2,53	2,83	2,76	2,80
Carbo-hidratos	%	41,31	37,46	35,16	40,78	36,78	34,17	40,37	36,52	33,62
Cadmio	mg/Kg	0,72	0,82	0,98	0,68	0,83	0,85	0,70	0,80	0,82

A modo de complemento se realizó un análisis proximal del grano seco con cáscara de Coopagro Linderos; cuyos valores se muestran en la Tabla 4.31. Al comparar los datos de la Tabla 4.30 con los de la Tabla 4.31 se nota que el porcentaje de grasa Total en grano con

cáscara es numéricamente menor que el grano evaluado sin cáscara; sin embargo con respecto a los porcentajes de Proteína total no se nota ninguna variación numérica significativa y sus valores son casi similares. Por otro lado en el análisis de los porcentajes de Fibra Total y Cenizas Totales con y sin cáscara se puede notar que los análisis en cacao seco con cáscara poseen valores muy altos en comparación con los análisis sin cáscara. Dichos comportamientos y variaciones se justifican de alguna manera por la presencia o no de la cáscara en las evaluaciones.

**Tabla 4.31. Resultados de análisis químicos en los tratamientos con muestras con cáscara**

Análisis	Unidad	Muestras(Códigos )								
		175	789	389	456	589	189	843	435	725
Humedad	%	3,99	2,38	2,43	4,29	2,76	2,89	4,51	2,95	2,91
Grasa Total	%	12,50	18,20	12,02	12,16	18,06	11,54	12,32	18,50	12,10
Proteína Total	%	16,08	20,80	18,79	16,10	20,36	18,38	16,01	20,04	18,50
Fibra Total	%	19,10	20,10	16,20	19,63	20,70	16,80	20,0	21,10	17,90
Cenizas Totales	%	4,87	5,11	4,92	4,00	4,05	4,33	4,60	4,53	4,23
Carbo-hidratos	%	43,46	33,41	45,64	43,82	34,07	46,06	42,56	32,88	44,36
Cadmio	mg/Kg	0,78	0,98	1,12	0,72	1,10	0,70	0,80	0,97	0,82

#### **4.6. RESULTADOS Y DISCUSIONES SOBRE EL EFECTO QUE EJERCE EL TIEMPO DE AGUANTE DE LA MAZORCA Y EL TIPO DE FERMENTADOR SOBRE LA CARACTERIZACIÓN MICROBIOLÓGICA.**

Los análisis de la Tabla 4.32 se realizaron con el fin conocer la inocuidad de los 9 tratamientos evaluados dentro del proceso de beneficio postcosecha. Para ello se determinó la cantidad de Mohos y levaduras presentes en las muestras de cacao seco fermentado de Coopagro Linderos; identificando cada tratamiento con los códigos de la Tabla 3.4.

El recuento según las unidades formadoras de colonias muestra que todos los tratamientos revelan valores menores de  $10^4$  ufc/g, con respecto a la determinación de Mohos y por lo tanto se considera que dichos resultados son satisfactorios debido a que se encuentran por debajo de los límites mínimos permitidos según los reportes de MINSA (Ministerio de Salud)/DIGESA (La dirección general de Salud ambiental) (2008), cuyo límite mínimo es de  $10^4$  y Máximo de  $10^5$  en Ufc/g. Por otro lado con respecto a los análisis en levaduras se tiene a los tratamientos 175, 789, 389, 589, 189, 435 y 725 con valores menores de  $10^5$  y por lo tanto adecuados por estar bajo el límite máximo permitido; sin embargo los tratamientos 456 y 843 poseen valores fuera del rango permitido con respecto a levaduras. Estos últimos tipos de tratamientos se fermentaron en Montones con diferente tiempo de aguante y por ende se concluye que el tipo de fermentador en montones es un medio no seguro para garantizar la obtención de un cacao en condiciones inocuas aceptables; pese a ello se atribuye que los altos niveles de levaduras puede deberse a posibles factores relacionados con una contaminación cruzada.

**Tabla 4.32. Resultados de análisis microbiológicos de los tratamientos en estudio.**

Análisis	Unidad	Muestras(Códigos )								
		175	789	389	456	589	189	843	435	725
Mohos	Ufc/g	3,2x10 <sup>2</sup>	7x10	1x10	1,2x10 <sup>2</sup>	1,2x10 <sup>2</sup>	2x10	4,5x10 <sup>2</sup>	4,5x10 <sup>2</sup>	3,2x10 <sup>2</sup>
Levaduras	Ufc/g	1,2x10 <sup>4</sup>	4x10 <sup>2</sup>	1,7x10 <sup>2</sup>	1,5x10 <sup>5</sup>	1,8x10 <sup>3</sup>	1,1x10 <sup>3</sup>	7,5x10 <sup>5</sup>	1,7x10 <sup>3</sup>	1,3x10 <sup>4</sup>

#### **4.7. RESULTADOS Y DISCUSIONES SOBRE EL EFECTO QUE EJERCE EL TIEMPO DE AGUANTE DE LA MAZORCA Y EL TIPO DE FERMENTADOR SOBRE LAS PROPIEDADES SENSORIALES.**

Para la evaluación sensorial cada catador emitió un puntaje dentro de la escala de calidad del uno al diez; según el formato de catación del Anexo 2 y se registró cada valor en el Anexo 41 durante la primera ronda de catación para selección y en el Anexo 42 durante la segunda evaluación. Asimismo por cada muestra resultante de licor de cacao se evaluó Aroma, acidez, amargor, astringencia, defectos, sabor y pos gusto.

Se realizó una primera ronda de catación de todos los tratamientos con el fin de descartar aquellas muestras con pésimas características sensoriales e identificar las que poseen características de cacao de calidad y cacao especial; considerando para ello el Anexo 43 y un análisis estadístico sustentado en una prueba múltiple de medias de Tukey que se muestra en la Tabla 4.34. Luego en una segunda catación; se evaluó nuevamente solo las muestras seleccionadas con el propósito de describir a mayor detalle el perfil sensorial de cada una de ellas.

##### **4.7.1. Análisis estadístico del estudio sensorial evaluado**

##### **4.7.1.1. Análisis de varianza con el puntaje final de cada catador.**

Con los datos recopilados del Anexo 41; se realizó el análisis de varianza de la Tabla 4.33; cuyos resultados revelan que existe un efecto significativo por parte de los tratamientos en el puntaje final de las muestras y por ende hay una diferencia estadísticamente significativa entre los tipos de tratamientos con un 5% de significancia. Asimismo no se reporta algún efecto o variación estadística por parte de los distintos catadores entrenados sobre el puntaje final de las muestras.

**Tabla 4.33. Análisis de Varianza (ANOVA) con los puntajes de cada Catador.**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Tratamientos (Muestras)	6743,5	8	842,94	34,30	0,000	2,36
Catadores (Bloques)	109,67	3	36,56	1,49	0,243	3,01
Error	589,83	24	24,58			
Total	7443	35				

#### 4.7.1.2. Tukey para el análisis de los puntajes sensoriales de cada tratamiento.

En el análisis de la Tabla 4.34 se revela que los tratamientos 789 y 456 son estadísticamente similares y poseen un grado de respuesta igual frente al puntaje final de las muestras. Por otro lado los tratamientos 175 y 843 son significativamente diferentes al ser comparados de forma individual con el resto de combinaciones; con un 5 % de significancia. Sin embargo se reconoce a los tratamientos 389, 725, 435, 189 y 589 como los más adecuados dentro del análisis sensorial por tener comportamientos estadísticamente similares y satisfactorios frente al puntaje final de las muestras; por ende el resto de tratamientos se descartan y consideran inadecuados.

**Tabla 4.34. Método de Tukey con una confianza de 95% por cada tipo de tratamiento.**

Tratamientos	N	Media	Agrupación
389	4	67,750	A
725	4	67,000	A
435	4	66,750	A
189	4	65,000	A
589	4	63,250	A
789	4	49,750	B
456	4	42,750	B
175	4	37,750	B C
843	4	30,500	C

#### 4.7.2. Perfil sensorial de las muestras descartadas durante la primera ronda de catación

En la Tabla 4.35 se observa que los promedios de puntajes mas bajos pertenecen a aquellos tratamientos cuyo medio de fermentación se desarrolló en Montones además del tratamiento de Sacos con 0 días de aguante. Estos tipos de combinaciones fueron descartadas desde una primera instancia; por presentar puntajes evidentemente muy bajos que se interpretan como sinónimo de un cacao de muy baja calidad sensorial.

**Tabla 4.35. Resumen del promedio resultante por cada muestra durante la primera catación.**

Cod. Muestra	Catadores				Puntaje Promedio	Tiempo de aguante	Tipo de fermentador	%F prom
	C1	C2	C3	C4				
175	37	38	38	38	37,75	0 Días	Montones	83%
789	50	53	44	52	49,75	0 Días	Sacos	82%
389	59	72	72	68	67,75	0 Días	Cajones	79%
456	43	44	42	42	42,75	3 Días	Montones	90%
589	64	65	72	52	63,25	3 Días	Sacos	89%
189	54	67	71	68	65,00	3 Días	Cajones	93%
843	32	39	29	22	30,50	5 Días	Montones	60%
435	66	66	67	68	66,75	5 Días	Sacos	74%
725	68	65	68	67	67,00	5 Días	Cajones	75%

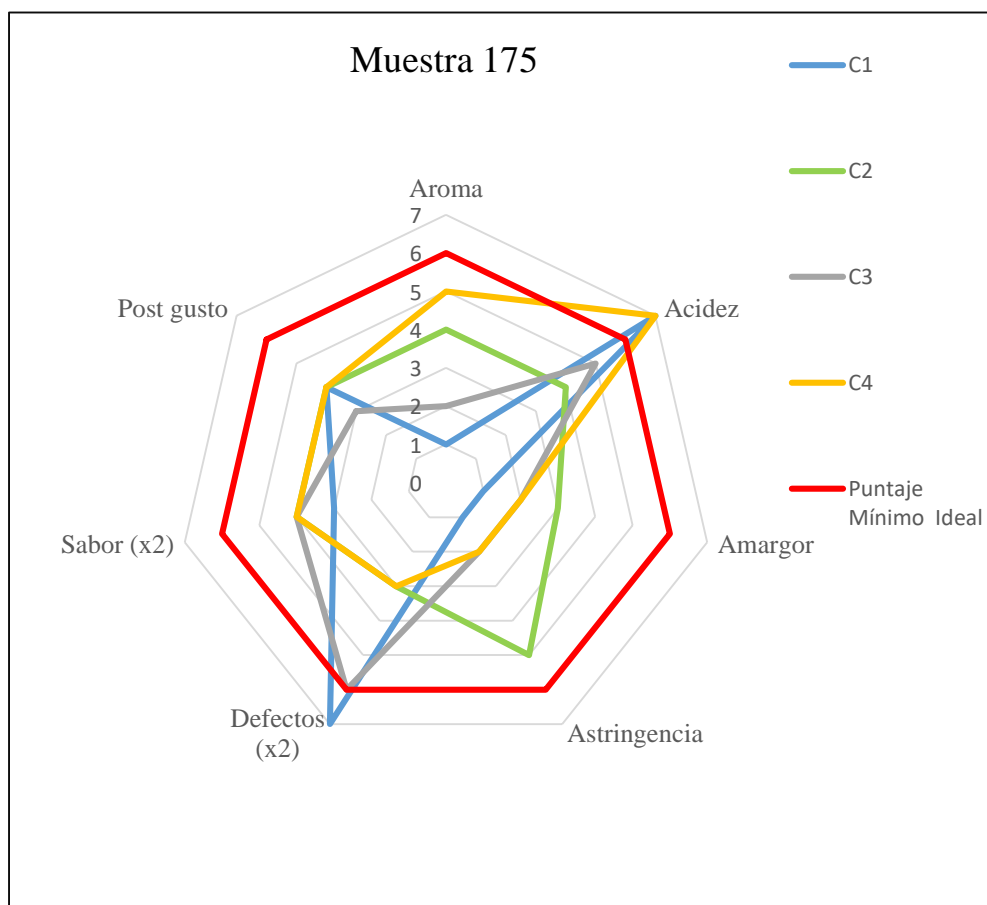
Con el empleo de gráficos tipo espiral se representa en los siguientes párrafos el perfil sensorial de las peores muestras identificadas por los catadores entrenados. Del mismo modo se describe los defectos y sabores desagradables que descalificaron las muestras.

En el Gráfico 4.8 perteneciente a una fermentación con 0 días de aguante en Montones; se reportó por parte de sus catadores un aroma desagradable descrito como descomposición y contaminado; un post gusto picante, resina, crudo verde y amargo; una astringencia a plátano verde, achicoria y verbena. Cabe destacar que tanto la astringencia como el amargor tienen una intensidad muy alta; que repercute en la calidad final de la muestra. Por ello casi todos los atributos tienen un valor por debajo del puntaje mínimo ideal.

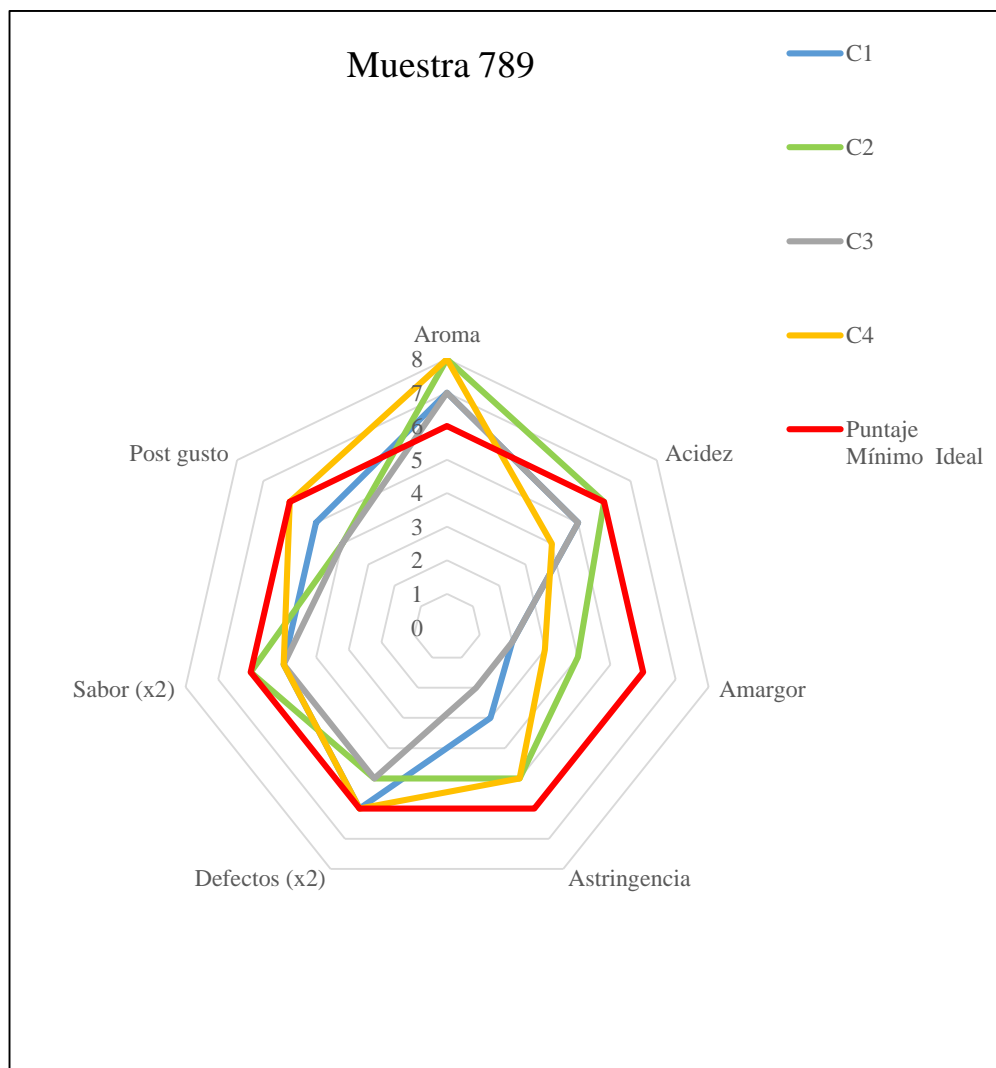
**Sabores específicos:** Contaminado

**Defectos encontrados:** Resina, Tierra, Mohos, crudo y humo.

**Calificación de la muestra:** cacao corriente de baja calidad sin atributos distintivos, sus características aromáticas son de poca intensidad. (Gráfico 4.8)



**Gráfico 4.8. Perfil sensorial del tratamiento con 0 días de aguante fermentado en Montones.**



**Gráfico 4.9. Perfil sensorial del tratamiento con 0 días de aguante fermentado en Sacos.**

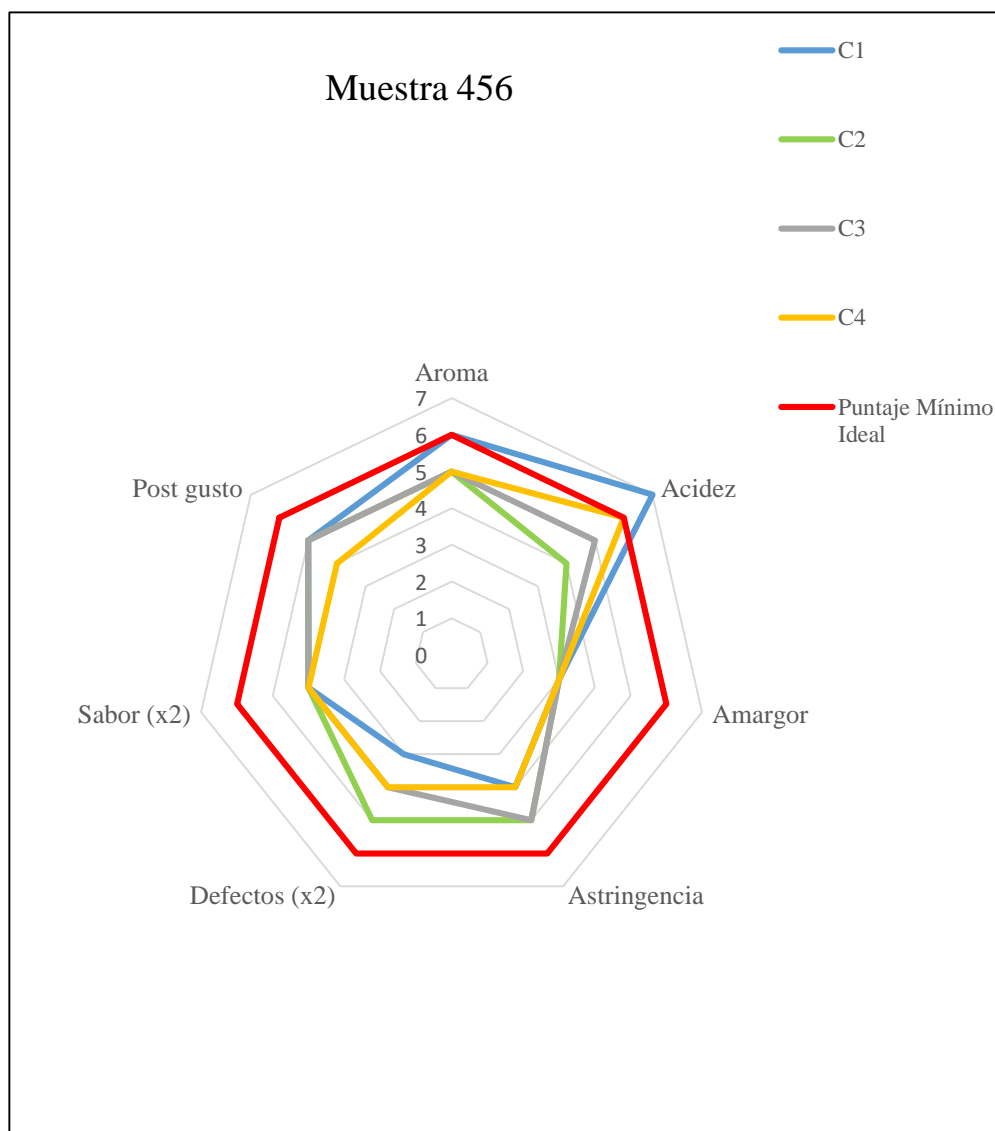
En el Gráfico 4.9 perteneciente al tratamiento con 0 días de aguante fermentado en sacos; se percibió por parte de los catadores un aroma aceptable que está por encima del puntaje mínimo ideal. El aroma se describe a dulce, hierbas cortadas verdes, panela, pan y trigo; se identificó una acidez acética y cítrica; un pos-gusto a herbal, a amargo, a maní verde, resina y un amargor alto que disminuye el puntaje de la muestra. En síntesis se concluye que el aroma de este tratamiento es el único atributo favorable y aceptable por parte de los catadores mientras que las demás categorías evaluadas se muestran con un perfil desfavorable que finalmente descalifica la muestra.

**Sabores específicos:** chocolate y en su mayoría sabores ausentes.

**Defectos encontrados:** Moho, tierra, Polvo, crudo y ahumado.

**Calificación de la muestra:** cacao corriente de baja calidad sin atributos distintivos. (Gráfico 4.9)





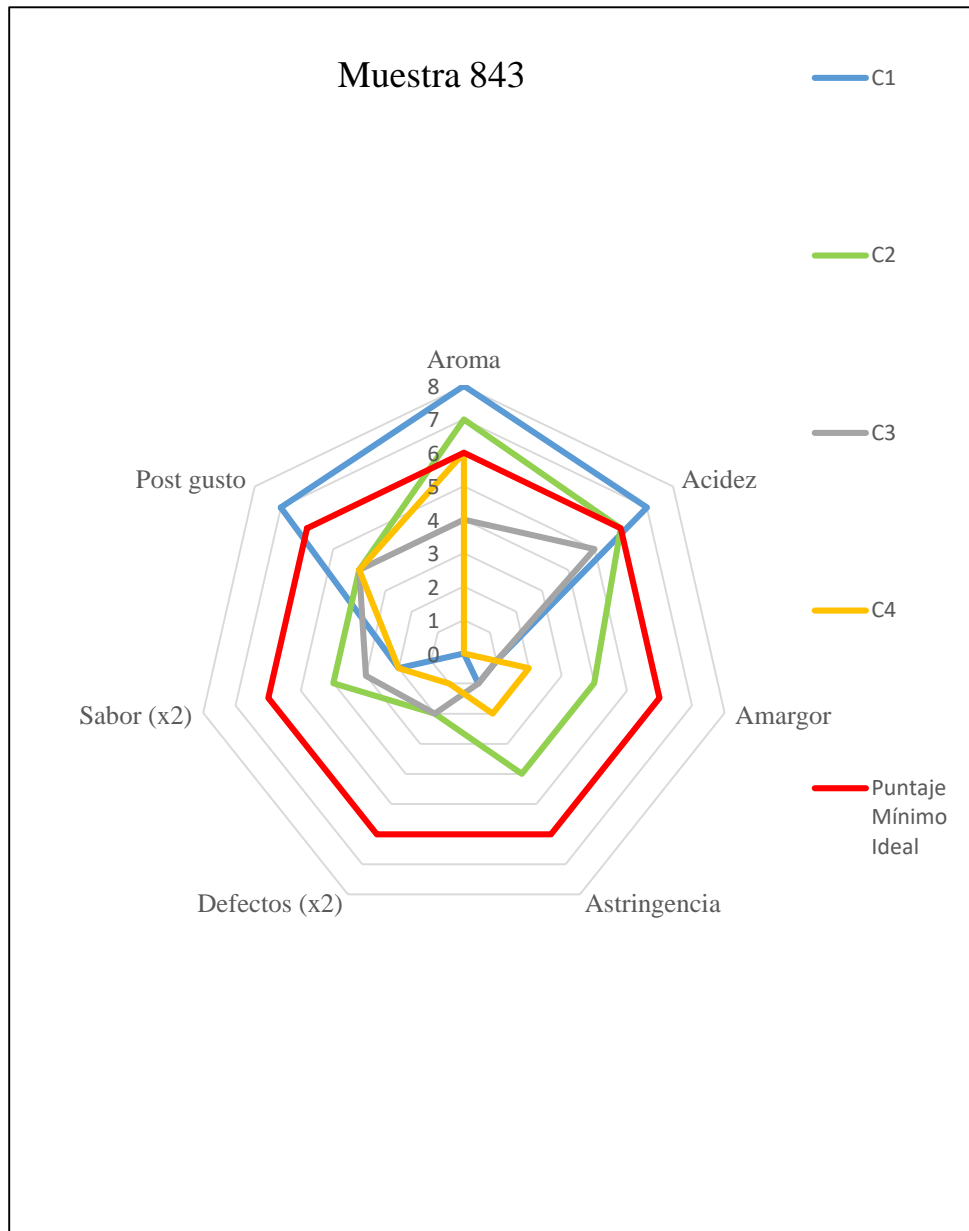
**Gráfico 4.10. Perfil sensorial del tratamiento con 3 días de aguante fermentado en Montones.**

En el Gráfico 4.10 resultante de un tiempo de aguante de 3 días fermentado en Montones; se describe por parte de los catadores un aroma a herbal, poco dulce, tierra, yute y fermentado; un amargor de intensidad alta; una astringencia a madera fresca y un pos-gusto descrito como verde, crudo de intensidad media. En síntesis este tipo de muestra posee atributos desfavorables para los catadores con una puntuación por debajo del puntaje mínimo ideal.

**Sabores específicos:** ciruelas y en su mayoría sabores ausentes.

**Defectos encontrados:** Crudo, cáscara de naranja, picante y quemado.

**Calificación de la muestra:** cacao corriente de baja calidad sin atributos distintivos, sus características aromáticas son de poca intensidad. (Gráfico 4.10)



**Gráfico 4.11. Perfil sensorial del tratamiento con 5 días de aguante fermentado en Montones.**

En el Gráfico 4.11 se tiene al tratamiento con un tiempo de aguante de 5 días fermentado en Montones; donde se describe por parte de los catadores un aroma a dulce, miel y yute; un amargor de intensidad alta; una astringencia intensa y un post-gusto poco duradero descrito como malta, amargo y sensación algonosa. En síntesis la mayoría de atributos de esta muestra tiene una calidad muy baja que se encuentra por debajo del puntaje mínimo ideal.

**Sabores específicos:** ciruelas y en su mayoría sabores ausentes.

**Defectos encontrados:** Crudo, cáscara de naranja, picante y quemado.

**Calificación de la muestra:** cacao corriente de baja calidad sin atributos distintivos, sus características aromáticas son de poca intensidad. (Gráfico 4.11)

Segun Armijos, (2002) citado por Macias *et al.* (2014) menciona que las relaciones negativas del sabor a cacao como el amargor, acidez y astringencia son consecuencia de la mala calidad de la fermentación que estimula la expresión de estos últimos, atenuando la expresión del sabor a cacao y de otros aromas de interés, en mayor o menor medida. Al contrastar la cita mencionada con los resultados de catación sobre los tratamientos 175, 789, 456 y 843; se corrobora y se sustenta la idea que argumenta que tanto las categorías de astringencia, amargor y acidez (excepto cítrica) son atributos que en elevada intensidad desmejoran las muestras; como consecuencia de una mala fermentación o según esta investigación por el desarrollo inadecuado del procedimiento postcosecha como el fermentar en montones; sobretodo en el tratamiento 843, cuyo porcentaje de fermentación es muy bajo (60%). Por ende se concluye; que el tipo de fermentador en Montones influye de forma negativa en la percepción sensorial de cada catador; asimismo se rescata que el seleccionar un erróneo medio de fermentación hizo que los catadores calificaran estos tratamientos con características de sobrefermentación, con baja fermentación, con una difícil percepción de aromas y sabores de interés; debido principalmente a el predominio de la astringencia y amargor desagradable en las muestras.

#### 4.7.3. Perfil sensorial de las muestras seleccionadas

En la Tabla 4.36; se describe el promedio de cada muestra durante su segunda evaluación; cuyos resultados identifican a la muestra 189R con 3 días de aguante y con un tipo de fermentador en cajones como la muestra idónea con excelente perfil sensorial por su mayor puntaje (71,75 puntos).

**Tabla 4.36. Resumen del promedio resultante por cada muestra durante la segunda catación.**

Cód. muestra	Catadores				Puntaje Promedio	Tiempo de aguante	Tipo de fermentador	%F prom
	C1	C2	C3	C4				
389R	64	68	63	63	64,50	0 Días	Cajones	79%
589R	55	65	66	69	63,75	3 Días	Sacos	89%
189R	56	73	77	81	71,75	3 Días	Cajones	93%
435R	58	62	61	64	61,25	5 Días	Sacos	74%
725R	56	73	66	68	65,75	5 Días	Cajones	75%

\*R: Recatación

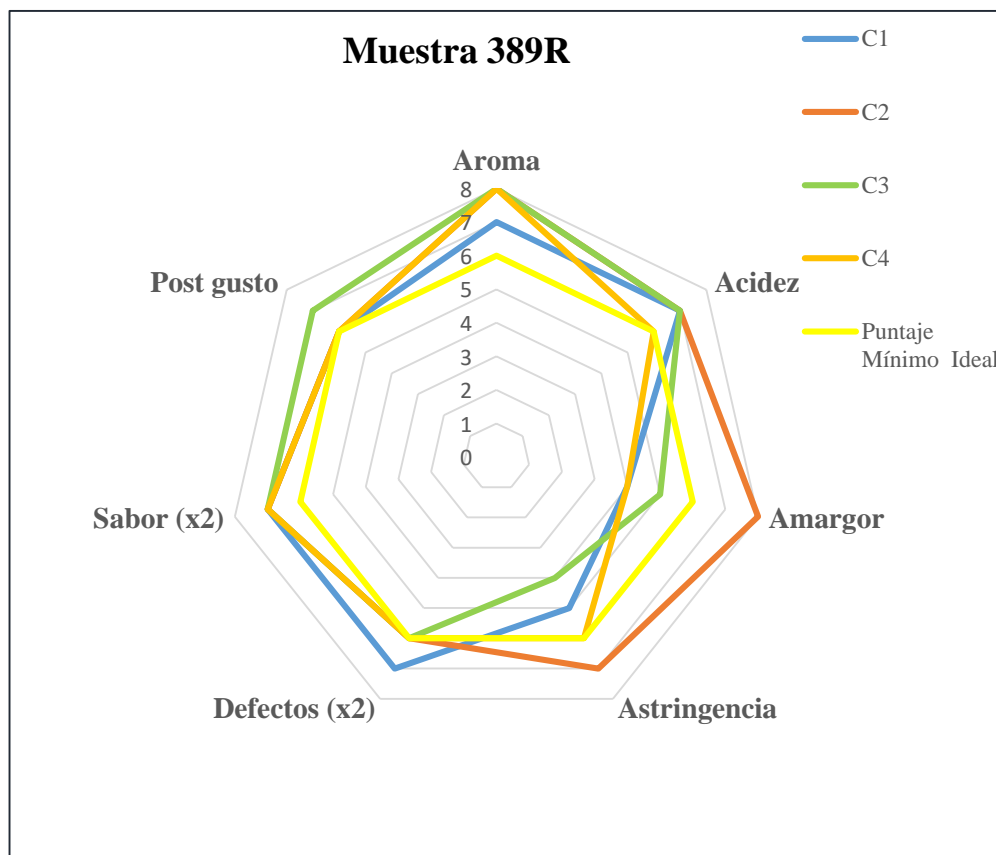
A partir de la información recopilada durante la segunda ronda de catación o Recatación; se realizó un perfil descriptivo cuantitativo que se detalla en los siguientes párrafos. Para ello se empleó gráficos que representen el perfil organoléptico de cada muestra seleccionada a un mayor detalle.

El Gráfico 4.12 representa el perfil sensorial del tratamiento con 0 días de aguante fermentado en cajones. Para esta muestra sus catadores describen el aroma a montes verdes, caramelo, pan, trigo y panela; su acidez es cítrica; su astringencia es media al igual que su amargor; su pos-gusto es algodonosa, limpia y a hoja seca de intensidad no duradera. En síntesis este tratamiento posee atributos favorables como el aroma, pos gusto, acidez, sabor, defectos que se encuentran por encima del puntaje mínimo ideal y atributos desfavorables como el amargor y la astringencia que se encuentran por debajo del puntaje mínimo ideal.

**Sabores específicos:** Cerezas, ciruelas, cacao, nuez, panela, higo, frutas cítricas y yogurt

**Defectos encontrados:** ligero crudo, polvo, resina y madera.

**Calificación de la muestra:** cacao descrito como de buena calidad con características aromáticas buenas. (Gráfico 4.12)



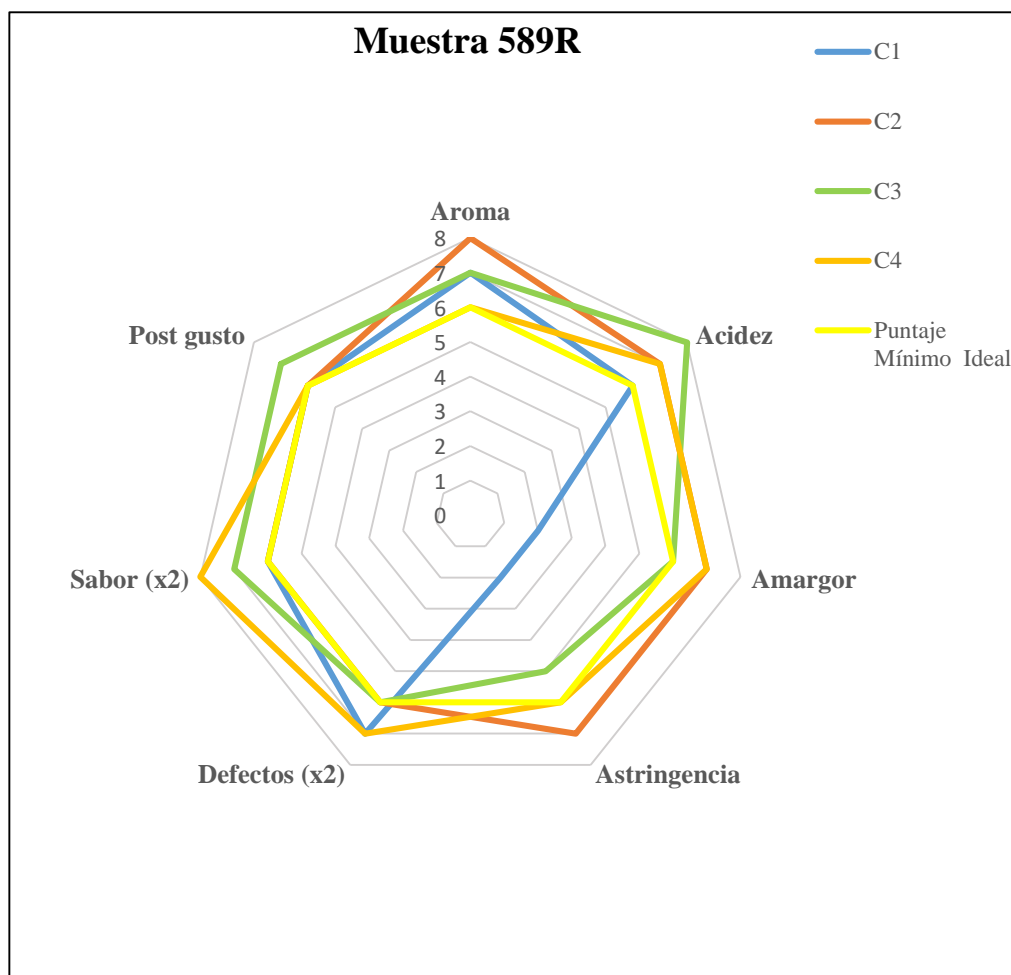
**Gráfico 4.12. Perfil sensorial del tratamiento con 0 días de aguante fermentado en Cajones.**

En el Gráfico 4.13 perteneciente al tratamiento con 3 días de aguante fermentado en sacos se representa puntajes que son el resultado de la siguiente descripción: se percibió por parte de los catadores un aroma a hierbas cortadas, cacao, dulce; una acidez aceptable; un amargor de intensidad media; una astringencia ligera y un postgusto descrito como una ligera astringencia, notas de amargor y de cacao. En síntesis el perfil de esta muestra se ve afectado un poco en su calidad por la intensidad de la astringencia; sin embargo los demás atributos evaluados se reportaron como buenos y superiores al puntaje mínimo ideal.

**Sabores específicos:** malta, frutos verdes, hollejo de cítricos y herbal.

**Defectos encontrados:** cáscara de naranja

**Calificación de la muestra:** cacao descrito como de buena calidad con características aromáticas buenas. (Gráfico 4.13)



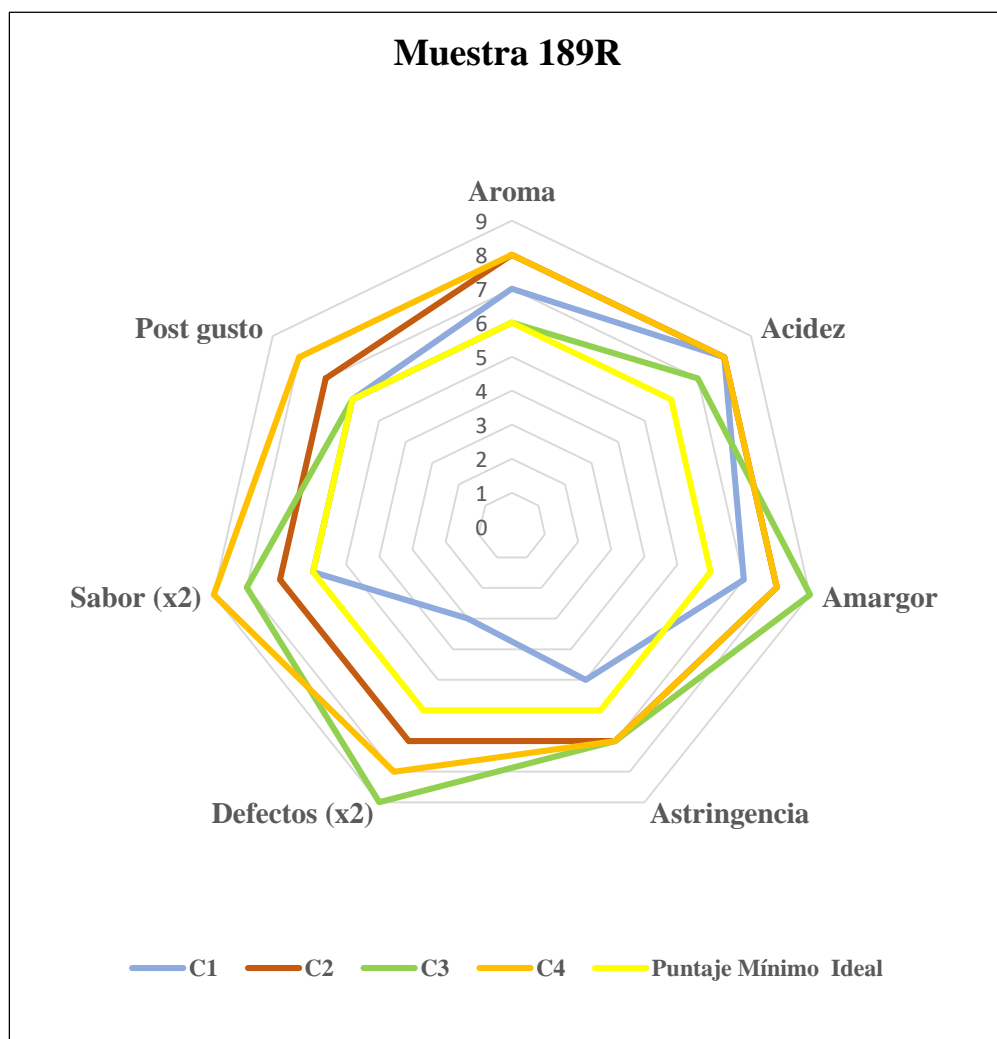
**Gráfico 4.13. Perfil sensorial del tratamiento con 3 días de aguante fermentado en sacos.**

En el Gráfico 4.14 del tratamiento con un tiempo de aguante de 3 días fermentado en cajones; se representa los puntajes resultantes de cada una de las categorías sensoriales evaluadas. Los catadores describen el aroma a caramelo, fresco, reportan una acidez limpia y acidulce, una intensidad casi ausente de amargor; una astringencia buena y un pos-gusto descrito como herbal, achocolatado, dulce residual con una sensación cremosa. En síntesis esta muestra posee un excelente perfil sensorial; ya que todos sus atributos en promedio se encuentran por encima del puntaje mínimo ideal.

**Sabores específicos:** dulce, frutal delicado, notas de frutos secos, gustoso, banana, higo, pan, cocoa y miel.

**Defectos encontrados:** Ligero Agrio y en su mayoría defectos ausentes.

**Calificación de la muestra:** cacao especial que presenta atributos sensoriales distintivos, con características de aroma fino y de gran intensidad. (Gráfico 4.14)



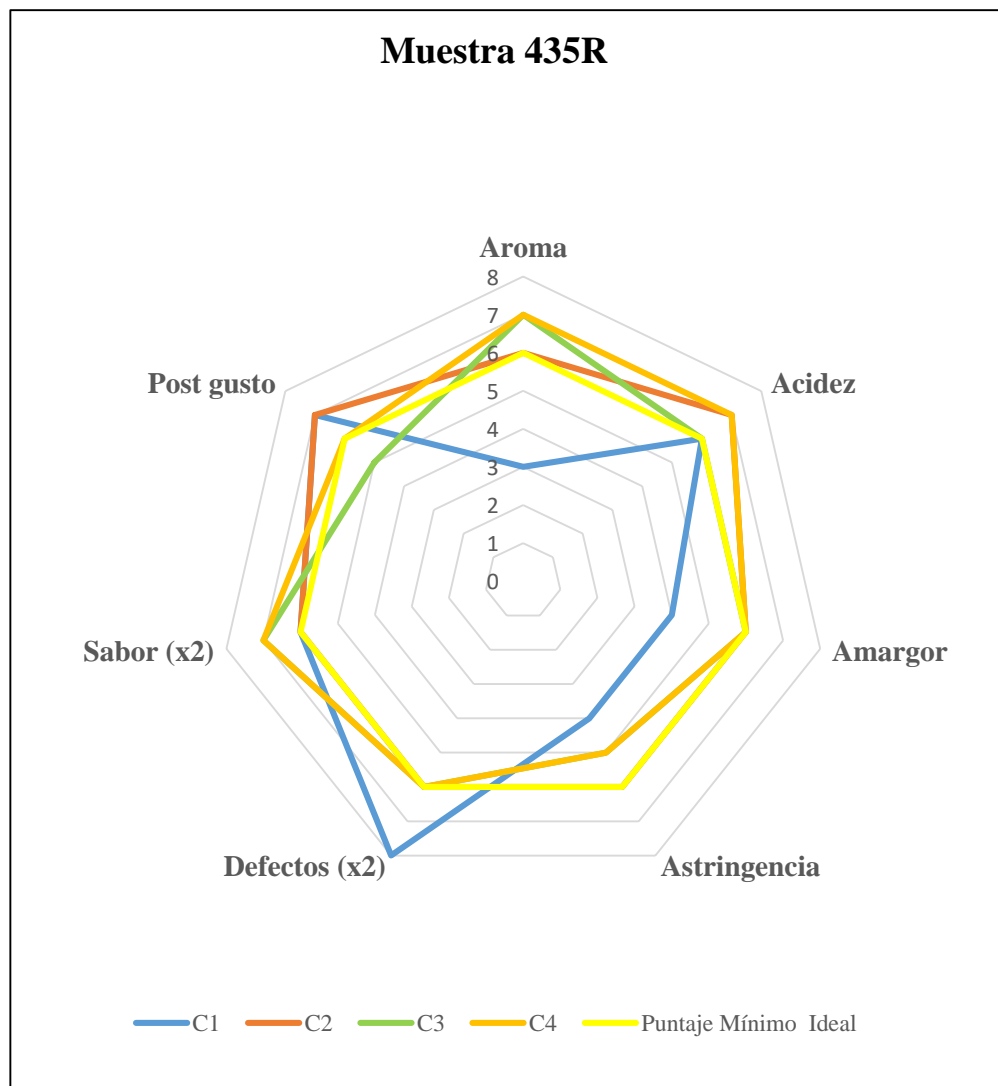
**Gráfico 4.14. Perfil sensorial del tratamiento con 3 días de aguante fermentado en cajones.**

Con respecto al Gráfico 4.15 del tratamiento con 5 días de aguante fermentado en sacos; se percibe por parte de los catadores un aroma poco intenso, a fruta seca, campo y polvo; una acidez cítrica, un amargor medio a corteza; una astringencia media a vino tinto y un postgusto plano descrito como a seco, madera y cacao. En síntesis este tipo de tratamiento posee un amargor y una astringencia de intensidad media que desmejora un poco la muestra; sin embargo por el puntaje de calidad de los demás atributos la muestra finalmente es aceptada con un puntaje regular por parte de los catadores.

**Sabores específicos:** Un sabor plano a polvo de cacao, cocoa, banano, higo, madera, corteza, frutal, banano inmaduro, vino, frutas verdes, resina y paja seca.

**Defectos encontrados:** cáscara de naranja, picante, mohos, astringente y resina.

**Calificación de la muestra:** cacao descrito como de buena calidad con características aromáticas buenas no intensas. (Gráfico 4.15)



**Gráfico 4.15. Perfil sensorial del tratamiento con 5 días de aguante fermentado en sacos.**

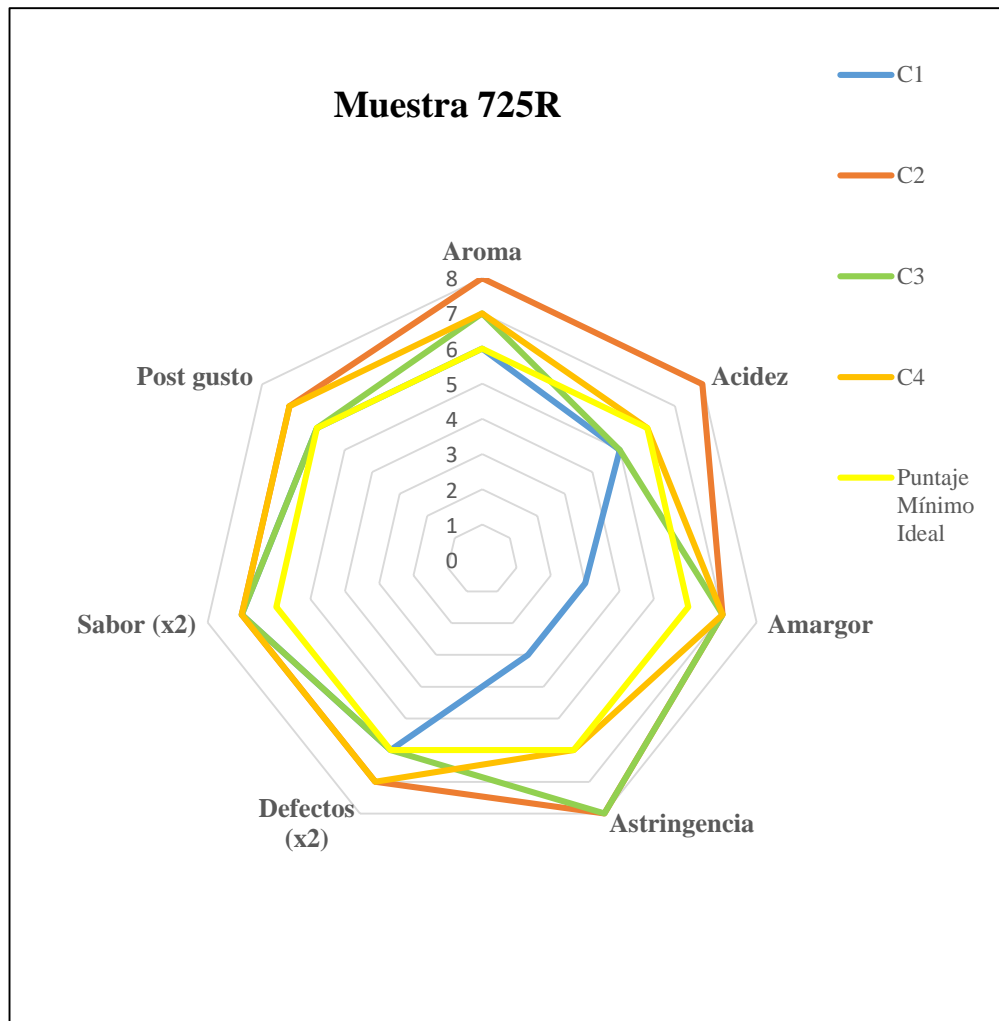
En el Gráfico 4.16 se representa el perfil sensorial del tratamiento con 5 días de aguante y una fermentación en cajones. Para esta evaluación se percibe por parte de los catadores un aroma a hierbas frescas, dulce, cacao y melaza; una acidez cítrica y mállica no muy agradable; en promedio un amargor de nivel bueno al igual que la astringencia y un pos-gusto a madera, caucho, cocoa, amargo, ligero mínimo agrio; además de una sensación algodonosa. En síntesis, esta muestra no tiene una acidez buena; sin embargo los demás atributos son aceptables y se encuentran en promedio por encima del puntaje mínimo ideal.

**Sabores específicos:** Pasa, higo, acidez cítrica, ligero a nuez, frutal verde, lúpulo de trigo, naranja y cacao.

**Defectos encontrados:** madera, plástico, hollejo de naranja y cáscara de naranja.

**Calificación de la muestra:** cacao descrito como de buena calidad con características aromáticas buenas. (Gráfico 4.16)





**Gráfico 4.16. Perfil sensorial del tratamiento con 5 días de aguante fermentado en Cajones.**

Según los escritos de Macias *et al.* (2014) se menciona que investigaciones realizadas en Venezuela con la variedad Criollo determinaron que existe un bajo sabor a cacao, sin embargo perfiles con sabor a nuez son más intensos. No obstante; con el análisis de los resultados de las muestras 189R, 725R, 435R, 389R y 589R se demuestra lo contrario; ya que se reporta por parte de los catadores una intensidad de sabor a cacao mayor que la de nuez por cada tipo de perfil sensorial evaluado. Pese a ello; se concluye que ambos perfiles de sabor a nuez y cacao son atributos positivos dentro de cada muestra; donde su sabor se aprecia según el gusto y destino de cada consumidor. En cuanto a su diferencia en intensidades; se cree que se atribuye a múltiples factores relacionado con la genética, el ambiente y sobretodo con el proceso de beneficio postcosecha que se empleó.

Macias *et al.* (2014) menciona que las diferencias en la calidad de la fermentación podrían explicar las posibles relaciones entre el sabor a cacao con floral, frutal y nuez. Las muestras mejor fermentadas desarrollan no solo una expresión más intensa del sabor a cacao sino también notas sensoriales aromáticas típicas de los cacaos finos o de aroma, cuando estas son partes integrales de su base genética. Al igual que la cita anterior; se atribuye la presencia de aromas y sabores de interés como resultados de una adecuada fermentación y por ende de un buen proceso de beneficio postcosecha; sobretodo en las muestras 725R, 435R, 389R y 189R. Del mismo modo

todos aquellos tratamientos cuyo medio de fermentación se desarrolló en cajones presentaron perfiles sensoriales agradables y fáciles de percibir ; donde se demuestra que este medio es el apropiado para el logro de una fermentación idónea. Asimismo se calificó la muestra 189R como la más cercana a el perfil típico de cacao finos ; cuyo comportamiento no solo se debe a la calidad en fermentación; sino también se explica por el tiempo de aguante en mazorca empleado (3 días ) y el tipo de fermentador en Cajones; que finalmente repercuten con un efecto positivo y agradable en el licor de cacao.

En la búsqueda de antecedentes que describan el perfil sensorial del cacao del norte del Perú, Piura; se encontró a Cordova *et al.* (2016); donde se menciona que las mejores muestras de acuerdo a su perfil descriptivo cuantitativo, fueron las que presentaron atributos de sabor a nuez, cacao y malta, acidez a frutales cítricos y aroma a miel y panela; además con características de amargor y astringencia muy poco acentuados y sin defectos potenciales que influyan en el sabor final para la elaboración de chocolate. Estas mismas descripciones se notan en las muestras seleccionadas de la presente investigación; cuyos perfiles sensoriales similares permite destacar que el cacao nativo de Coopagro Linderos posee características de aroma y sabor agradables; sin embargo se concluye que solo se desarrollará una expresión intensa de sus buenos atributos si le antecede un proceso de beneficio postcosecha idóneo.

Posiblemente el perfil frutal identificado en la variedad Nacional de Ecuador podría estar estrechamente relacionado con el sabor dulce o acaramelado y nuez, ya que cuando está presente este atributo podría estar ligado al medio ambiente e higroscopia de la almendra cerca de árboles frutales, a esto se suma un segundo componente que es el manejo pos-cosecha o curado (Macías *et al.*, 2014). De acuerdo con la cita anterior; se sustenta y se aduce que los perfiles frutales identificados en los tratamientos pueden de alguna manera estar relacionados con la presencia de frutos dentro de los cacaotales, ya que durante la cosecha se observó plantaciones de algunos de ellos; como la naranja, el limón dulce y el plátano.

El propósito de la optimización en la presente investigación es reducir errores de proceso y por ende eliminar las pérdidas en la calidad física y sensorial del cacao nativo orgánico de la Cooperativa Agropecuaria Linderos de Maray. Considerando que sólo se gasta tiempo corrigiendo un error si este existe, con los parámetros idóneos identificados en la investigación se llevó a cabo las medidas correctivas, se uniformizó y se aseguró la optimización de todo el proceso mediante los siguientes procedimientos y resultados obtenidos, descritos en el Anexo 45; donde se detalla las especificaciones del proceso optimizado.

## CONCLUSIONES

- Con la ejecución de cada uno de los procedimientos considerados en la investigación se controló el proceso de beneficio postcosecha del cacao nativo orgánico (*Theobroma cacao* L.) de la Cooperativa Agropecuaria Linderos de Maray (COOPAGRO Linderos). Asimismo se logró la optimización del proceso mediante el desarrollo de los análisis fisicoquímicos, sensoriales y microbiológicos que junto a sus respectivas evaluaciones estadísticas; se reveló los tratamientos que tiene o no una influencia idónea sobre las variables de respuesta evaluadas en la investigación.
- Con el desarrollo de los análisis de las propiedades físicas y químicas; en diferentes estados de madurez del cacao nativo orgánico de la Cooperativa Agropecuaria Linderos de Maray; se reveló que el Estadio 4 (E4) es el que mejor influye en el puntaje de percepción del color de cáscara (mazorca Amarilla). Sin embargo, ninguno de los estadios se mostró con una influencia estadísticamente significativa sobre el diámetro longitudinal (cm); el Peso (g) y el número de pepas. Asimismo se determinó que los Estadios 2 (E2: 20,72 °Brix), 3 (E3: 22,740 °Brix) y 4 (E4:19,780 °Brix) poseen un efecto estadísticamente similar e idóneo sobre los grados °Brix y por ende se los consideró como adecuados para la cosecha. Por otro lado se concluyó que el estadio 4 (0,678 g ácido cítrico / 100 ml) y el estadio 1 (0,5648 g ácido cítrico / 100 ml) son los que mejor afectan la Acidez Total Titulable; mientras que el Estadio 4 se reconoció como el que mejor influye en el Índice de Madurez (IM: 32,35) de forma satisfactoria para la cosecha.
- Se logró determinar los efectos por parte del tiempo de “aguante” de la mazorca y el tipo de fermentador sobre las propiedades físico-químicas de los granos de cacao nativo orgánico (*Theobroma cacao* L.) de la Cooperativa Agropecuaria Linderos de Maray. Es así que en el análisis se concluyó que el Tratamiento de 0 días de aguante fermentado en Cajones (0D-C) genera una mejor respuesta en Humedad (5,30 %); mientras que el tratamiento con 5 días de aguante fermentado en Montones (5D-M) en el índice (1,48 g) y en el calibre (147, 685 g) del grano. Asimismo se reveló que un tiempo de aguante de 3 días (3D) afecta mejor el porcentaje de Fermentación Total del grano (90,67%). En adición, se adujo que un tiempo de aguante de 5 días influye de forma satisfactoria las propiedades químicas; ya que reportó los más altos niveles de respuesta en grasa Total (38,12 %), Proteína Total (21,45 %) y Fibra Total (3,18 %); con excepción de cenizas Totales, cuyo tratamiento de Sacos con 3 días de aguante (589) manifestó sus máximos valores (2,92 %).
- Se logró realizar una caracterización microbiológica en los granos de cacao nativo orgánico, seco y fermentado de la Cooperativa agropecuaria Linderos de Maray. Es así que en el análisis de presencia de Mohos; se determinó que todos los tratamientos revelan resultados idóneos ( $\leq 10^4$  Ufc/g). Asimismo con respecto a la presencia de levaduras; se reportó en los tratamientos 175, 789, 389, 589, 189, 435 y 725 valores satisfactorios por estar bajo el límite máximo permitido ( $\leq 10^5$  Ufc/g); sin embargo se reveló que las combinaciones 456 y 843 mostraron datos fuera del rango sugerido. Por ello; en síntesis se concluyó que el tipo de fermentador en Montones se cataloga como un medio de fermentación inadecuado; por no garantizar la obtención de un cacao nativo en condiciones inocuas y por ende seguras para el consumidor.

- Se logró el desarrollo y análisis de las evaluaciones sensoriales en la etapa final del beneficio para la exportación del cacao nativo orgánico (*Theobroma cacao L.*) de COOPRAGRO Linderos; según las diferentes condiciones de postcosecha evaluadas en la investigación. Es así como se reconoce la influencia satisfactoria y estadísticamente similar por parte de los tratamientos 389, 725, 435, 189 y 589 en el puntaje final de catación y por ende en el perfil organoléptico evaluado. Sin embargo se rescata que los tratamientos 175, 789, 456 y 843 repercuten de forma negativa en los atributos sensoriales y puntajes finales evaluados. Asimismo con el análisis del perfil descriptivo cuantitativo; se concluye que el tratamiento 189R (3 días de aguante fermentado en Cajones – Recatación) es la mejor combinación del análisis; por su excelente perfil sensorial descrito como un cacao especial con atributos distintivos y con características de aroma fino de gran intensidad.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda el desarrollo de nuevas industrias o ideas de negocios que aprovechen los descartes como la cáscara de la mazorca o el jugo del cacao que discurre durante la fermentación; es fundamental, de modo que los productores puedan valerse de actividades adicionales para su beneficio; además del excelente valor productivo que se le otorgaría a este fruto.
- Se sugiere contemplar la idea de la implementación de un centro de desarrollo técnico, donde se capacite a los pobladores de las áreas cercanas, hijos de agricultores, agricultores y socios en general de Asociaciones o Cooperativas cacaoteras; en los procedimientos adecuados para el proceso de beneficio postcosecha del cacao nativo orgánico; de modo que la actividad deje de ser empírica o heredada y tenga un carácter técnico.
- Se recomienda para los estudiantes o los profesionales de diversas disciplinas abordar temas de investigación relacionados con la búsqueda de la calidad del cacao Peruano; sobre todo involucrarse con temas controversiales como los altos niveles de cadmio ; la búsqueda de soluciones para la reducción de metales pesados; los días adecuados de fermentación según el ambiente y la variedad genética ; a fin de diversificar la información disponible y aumentar las alternativas de solución para la obtención de un cacao seco y fermentado de muy buena calidad.
- Se sugiere para los técnicos, especialistas, investigadores y productores interesados en reducir los niveles de cadmio en su cacao ; considerar combinaciones como el uso de soluciones nutritivas de materia Orgánica más fósforo o más levaduras en los suelos de los cacaotales, recomendadas por investigaciones de la Universidad Nacional Agraria de la selva ; ya que según los resultados de la presente investigación muchos de los tratamientos están por encima de los límites permitidos (0,80 mg/Kg de cadmio) , efecto que no se le atribuye a las variaciones dentro del proceso de beneficio postcosecha sino a los suelos donde se desarrollan los cacaotales; ya que el cadmio disponible en el suelo explica el contenido de cadmio en el grano. Asimismo se recomienda el uso de fertilizantes libres de metales pesados; a fin de que en este conjunto de actividades contrarrestantes finalmente se obtengan los niveles permitidos de cadmio para un cacao de exportación y por ende de calidad.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANECACAO (s/f) (2000). NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 176 - Cacao en grano-Requisitos. Consultado el 6\06\2017 .Recuperado de: <<http://www.anecacao.com/uploads/standard/requisitos.pdf>>
- A.O.A.C. (2005). Official Methods of Analysis of AOAC International (18th Edition).Arlington, Virginia, USA: Association of Official Analytical Chemists, Inc.
- Asociación Peruana de Productores de Cacao (APPCACAO).(2012). *Manual del Control de Calidad del Cacao*. Lima.
- APPCACAO (s/f). BASES DEL X CONCURSO NACIONAL DE CACAO – EL BUEN CHOCOLATE NACE EN EL CAMPO PERUANO-2016. Recuperado de: <<http://appcacao.org/x-concurso-nacional-de-cacao-el-buen-chocolate-nace-en-el-campo-peruano/>>
- APPROCAP (2007). Asociación de Pequeños Productores de Cacao del Alto Piura. Manual “Prácticas de Control de Calidad de Cacao en Centro de Acopio”.
- ARMANDO ROMERO .C (2016).MINAGRI (Ministerio de agricultura y riego)-DGPA (Dirección General de Políticas Agrarias)-DEEIA (Dirección de Estudios Económicos e información Agraria) .*Estudio del cacao en el Perú y en el mundo*. Un análisis de la producción y el comercio. Situación Actual y Perspectivas en el Mercado Nacional e Internacional al 2015. Primera Edición 2015.Recuperado de: <<http://www.minagri.gob.pe/portal/analisis-economico/analisis2016?download=10169:estudio-del-cacao-en-el-peru-y-en-el-mundo> >
- BATISTA. L (2009). *Guía Técnica, El Cultivo del Cacao-CEDAF*- 1ª. Edic. 2009, Rep. Dominicana.
- BRAVO, D. (2010). *Evaluación fisicoquímica del comportamiento de las almendras de Cacao (Theobroma cacao L) de seis clones: ICS -1 (Imperial Collage Selection), ICS – 95 (Imperial Collage Selection), UF – 613 (United Fruit), IMC – 67 (Iquitos Maraño Collection), TSH – 565 (Trinidad Selection Hybrida), CCN-51 (Colección Castro Naranjal) y el cacao criollo durante el proceso de fermentación y secado*. (Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial, Facultad de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, Perú).Recuperado:<<http://tesis.unsm.edu.pe/jspui/bitstream/11458/366/1/Diana%20Carolina%20Bravo%20Ram%C3%ADrez.pdf> >

- BRAVO CUEVA, I.N. Y MINGO MORORCHO, R.F. (2011). *Valoración de tres métodos de fermentación y secado para mejorar la calidad y rentabilidad del cacao fino de aroma (Theobroma cacao L) en la parroquia Panguintza del cantón Centinela del Cóndor, provincia de Zamora Chinchipe*. (Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrícola, Área agropecuaria y de recursos naturales renovables, Universidad Nacional de Loja, Ecuador). Recuperado de: <<http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/4951/1/TESIS%20CACAO.pdf>>
- CASTRO, Z. (2010). *Caracterización del proceso de fermentación del grano de Copoazú (Theobroma grandiflorum Willd. ex Spreng)*. Trabajo de grado presentado para optar al título de Especialista en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Recuperado de: <<http://www.bdigital.unal.edu.co/2388/1/107392.2010.pdf>>
- CHOCOLATE, BISCUITS & CONFECTIONERY (CAOBISCO); EUROPEAN COCOA ASSOCIATIONS (ECA); FEDERATION OF COCOA COMMECE (FCC) (s/f). (2015). *Cocoa Beans: Chocolate and Cocoa Industry Quality Requirements*. September 2015 (End, M.J. and Dand, R., Editors). Recuperado de: <[http://www.cocoaquality.eu/data/Cacao%20en%20Grano%20Requisitos%20de%20Calidad%20de%20la%20Industria%20Apr%202016\\_es.pdf](http://www.cocoaquality.eu/data/Cacao%20en%20Grano%20Requisitos%20de%20Calidad%20de%20la%20Industria%20Apr%202016_es.pdf)>
- CÓRDOVA, Y. (2016). *Efecto del tiempo y frecuencia de remoción en el proceso de fermentación y secado ambiental de cacao criollo (Theobroma cacao L.) en la subcuenca del río Yapatra – Chulucanas*. Tesis inédita para optar el Título Profesional en Ingeniería Agroindustrial e Industrias Alimentarias, Facultad de Ingeniería Industrial, Escuela de Ingeniería Agroindustrial e Industrias Alimentarias, Universidad Nacional de Piura, Perú.
- MINSA/DIGESA. (2008). *Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para alimentos y bebidas de consumo humano*. Lima.
- DIRECCIÓN GENERAL DE COMPETITIVIDAD AGRARIA- MINISTERIO DE AGRICULTURA -PERU(s/f). (2012). *MANUAL MANEJO TÉCNICO DEL CULTIVO DE CACAO BLANCO DE PIURA*. 1ra Edición.
- DOMINGUEZ VÁNCES, M. (2018). *Ficha de control de calidad de granos de cacao preembarque*. Cooperativa Agraria Norandino LTDA.
- DOMINGUEZ VÁNCES, M. (2018). *Ficha de análisis sensorial de cacao*. Cooperativa Agraria Norandino LTDA.



GERVAISE ROVEDAS, L., GRAZIANI DE FARIÑA, L. y ORTIZ DE BERTORELLI, L. (2009). *Influencia de varios factores sobre características del grano de cacao fermentado y secado al sol*. Facultad de Agronomía. Instituto de Química y Tecnología. Apto. 4579. Maracay 2101, estado Aragua, Venezuela.

GRAZIANI DE FARIÑA, L., ORTIZ DE BERTORELLI, L., ANGULO, J. y PARRA, P. (2002). *Características físicas del fruto de cacaos tipos criollo, forastero y trinitario de la localidad de Cumboto, Venezuela*. Agronomía Trop. v.52 n.3 Maracay, sep. 2002. Recuperado de: <[http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0002192X2002000300006](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002192X2002000300006)>

GOMÉZ, R. (2013). *Evaluación de la influencia del tiempo de conchado en las características sensoriales del chocolate bitter elaborado a partir de cacao porcelana (Theobroma cacao L.)*. Tesis para optar el Título Profesional en Ingeniería Agroindustrial e Industrias Alimentarias, Facultad de Ingeniería Industrial, Escuela de Ingeniería Agroindustrial e Industrias Alimentarias, Universidad Nacional de Piura, Perú.

GUERRERO, M. (2007). *Diagnóstico y propuesta de parámetros para la estandarización y homogenización del tratamiento post cosecha de cacao*. Recuperado: <[http://agroaldia.minag.gob.pe/biblioteca/download/pdf/manualesbol-etines/cacao/estudio\\_poscosecha\\_cacao.pdf](http://agroaldia.minag.gob.pe/biblioteca/download/pdf/manualesbol-etines/cacao/estudio_poscosecha_cacao.pdf)>

GUTIÉRREZ, M. (2012). *Efecto de la frecuencia de remoción y tiempo de fermentación en cajón cuadrado sobre la temperatura y el índice de fermentación del cacao (Theobroma cacao L.)*. Revista Científica UDO Agrícola.

HIDALGO, A. (2013). *Plan de Factibilidad para la creación de una empresa para la producción y exportación de miel de cacao hacia estados unidos (nueva york)*. Tesis para optar el título de Ingeniero en Negocios Internacionales, Facultad de Ciencias Administrativas, Universidad Internacional del Ecuador. Recuperado de: <<http://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/55/1/T-UIDE-52.pdf>>

ICCO, 2014 (Organización Internacional del Cacao). Informe Anual 2007/08-2012/13. ICCO 2014. Londres, Reino Unido.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA - INEI (2012). Resultados definitivos. *IV Censo Nacional Agropecuario 2012* - Ministerio de Agricultura y Riego. Recuperado de: <<http://proyectos.inei.gob.pe/web/DocumentosPublicos/ResultadosFinalesIVCENAGRO.pd>>

- LUDEÑA GUTIERREZ, A.L. (2012). Quantification of Acrylamide and Hydroxymethylfurfural in the consumption of Algarrobin in the city of Piura-Peru. Reaserch Article. Nursing & Primary Care.
- MACIAS VELIZ, J., MORALES RODRIGUEZ, W., PÁRRAGA MORAN, D., RAMOS REMACHE, R., VALLEJO TORRES, C. Y VERA CHANG, J. (2014). Atributos Físicos-Químicos y Sensoriales de las almendras de quince clones de cacao Nacional (*Theobroma cacao*) en el Ecuador. Artículo Científico en Ciencia y Tecnología 7(2): 21-34. Universidad Técnica Estatal de Quevedo-(UTEQ) Ecuador. Publicado en Julio-Diciembre de 2014.
- MEZA ESPINOZA, A.A. (2010). Fermentación del cacao (*Theobroma cacao* L.) CCN-51 en dos diseños de cajas de madera. Tesis para optar el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias, Facultad de Ingeniería en Industrias alimentarias, Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Perú .
- MINAGRI (s/f).Ministerio de Agricultura y Riego, Perú. (2014). *Catálogo de Cultivares de Cacao del Perú*. 2da. Edic. Junio 2014
- MINAGRI (s/f).Ministerio de Agricultura y Riego. (2014). *Estudio de Caracterización de Potencial Genético de Cacao – Minagri*. Recuperado de: <[http://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/organizaciones/dgpa/documentos/estudio\\_cacao/4\\_3\\_piura\\_informe\\_final.pdf](http://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/organizaciones/dgpa/documentos/estudio_cacao/4_3_piura_informe_final.pdf)>
- N.N. (2017).Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA), Instituto de cultivos Tropicales (ICT) y Universidad de Florida. Revista de Science of The Total Environment.
- MORALES, O., BORDA, A., ARGANDOÑA, A., FARACH, R., GARCIA NARANJO. L y LAZO, K. (2015). *La Alianza Cacao Perú y la cadena productiva del cacao fino de aroma*. Lima: Universidad ESAN, 2015. Recuperado:<<http://www.esan.edu.pe/publicaciones/2015/08/17/La%20Alianza%20Cacao%20Per%C3%BA%20para%20web.pdf>>
- MOTAMAYOR, J. C., LACHENAUD, P., DA SILVA., MOTA. JW y LOOR.R (2008).Geographic and Genetic Population differentiation of the Amazonian chocolate tree (*Theobroma cacao* l). PLOS ONE 3(10): E3311. DOI:10.1371/JOURNAL.PONE.0003311
- NORMA MEXICANA (1978). NMX-F-089-S-1978. DETERMINACIÓN DE EXTRACTO ETÉREO (MÉTODO SOXHLET) EN ALIMENTOS.
- NORMA MEXICANA (1978).NMX-F-090-S-1978.DETERMINACIÓN DE FIBRA CRUDA EN ALIMENTOS.

- NORMA MEXICANA (1980). NMX-F-068-S-1980. DETERMINACIÓN DE PROTEÍNAS EN ALIMENTOS.
- NORMA MEXICANA (2013). NMX-F-607-NORMEX-2013 ALIMENTOS- DETERMINACIÓN DE CENIZAS EN ALIMENTOS
- NORMA TÉCNICA PERUANA ISO 2451. (2006). GRANOS DE CACAO ESPECIFICACIONES. 2ª Edición .Lima, Perú. 4 de Octubre del 2006.
- NORMA TÉCNICA PERUANA ISO 5492-2008 - INDECOPI. (2008).Análisis Sensorial- Vocabulario.Lima,Peru.
- NORMA TÉCNICA PERUANA ISO 2859-1. (2009). PROCEDIMIENTO DE MUESTREO PARA ATRIBUTOS. Parte 1: Esquemas de muestreo clasificados por límite de calidad aceptable (LCA) para inspección lote por lote. Lima, Perú. 29 de Octubre de 2009.115p.
- NORMA TÉCNICA PERUANA ISO 1114:2011.(2011). INDECOPI. *Granos de Cacao. Prueba de corte*. Lima.
- PINZÓN, I., FISCHER, G. y GORREDOR, G. (2007).*Determinación de los estados de madurez del fruto de la gulupa passiflora edulis slim*s. Recuperado de: < <http://www.redalyc.org/pdf/1803/180316240010.pdf>>
- PORTILLO LÓPEZ, A.B. (2012).Efecto del tratamiento poscosecha sobre el desarrollo de las características fisicoquímicas del cacao criollo porcelana del estado Zulia. Trabajo de grado para optar al grado académico de Magíster Scientiarum en ciencia y tecnología de alimentos. Universidad del Zulia. Facultad de Ingeniería. División de Posgrado. Maracaibo, Venezuela.
- REYES, M., GOMEZ, I., SANCHEZ, P., ESPINOZA, C., BRAVO, F y GANOZA, L. (2009).*Tablas peruanas de composición de los alimentos* - 8a edición .Ministerio de Salud, Instituto Nacional de salud. Lima, Peru.70.
- SÁNCHEZ REYES C. (2012).CULTIVO Y PRODUCCIÓN DEL CACAO. RIPALME E.I.R.L. Perú. Pag 20-21.
- SÁNCHEZ, V. (2007). *Caracterización organoléptica del cacao (Theobroma cacao L.), para la selección de árboles con perfiles de sabor interés comercial*. Tesis para optar el grado de Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador.Recuperado:<[http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Caracterizacion\\_organoleptica\\_cacao%20Theobroma%20cacao%20L.\\_seleccion\\_arboles\\_%20perfiles\\_sabor\\_interes\\_comercial.pdf](http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Caracterizacion_organoleptica_cacao%20Theobroma%20cacao%20L._seleccion_arboles_%20perfiles_sabor_interes_comercial.pdf)>

THE INTERNATIONAL COMMISSION OF MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS (ICMSF) (2000). La Comisión Internacional para la especificación microbiológica de los alimentos. Método 1, Pág. 166-167, 2da Ed., Reimpresión 2000.

VALLEJO, C., DÍAZ, R., MORALES, W., SORIA, R., VERA, J y BAREN, C. (2016). *Utilización del mucílago de cacao, tipo Nacional y Trinitario, en la obtención de jalea.* ESPAMCIENCIA, VOL 7(1). Recuperado de: <<http://investigacion.espam.edu.ec/index.php/Revista/article/viewFile/204/166>>



WESTON, R. (2016). EL CACAO DE PIURA. Investiga Innova Cacao Chocolate - Research Innova Cocoa Chocolate. Instituto de Investigaciones -Universidad de San Martín de Porres – Lima - Perú. Recuperado de: <<https://redcacaoychocolateperu.blogspot.pe/2016/03/el-cacao-de-piura-por-rosario-olivas.html>>

YANZAPANTA, A. (2014). *Estudio de la variación de los contenidos de polifenoles totales, alcaloides y grasa en almendras de cacao fino de aroma en tres diferentes zonas de producción de la Amazonía Ecuatoriana.* Tesis para optar el grado de Ingeniera en Alimentos, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Universidad Técnica de Ambato, Ecuador. Recuperado de: <<http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/8467/1/AL%20531.pdf>>

ZAMBRANO, A., GÓMEZ, A., RAMOS, G., ROMERO, C., LACRUZ, C. y ELIANA RIVAS (2010). *Caracterización de parámetros físicos de calidad en almendras de cacao criollo, trinitario y forastero durante el proceso de secado.* Agronomía Trop. v.60 n.4 Maracay oct. 2010. Recuperado de: <[http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0002192X2010000400009](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002192X2010000400009)>


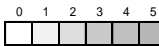

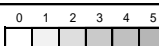
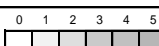
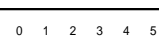
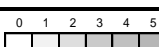
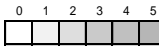
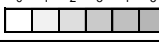

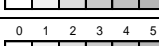
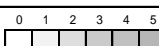

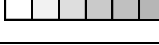
## ANEXOS

## ANEXO 1: Ficha de evaluaciones físicas de granos de cacao

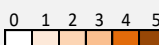

Planta de Procesamiento de Cacao		N° CERTIFICADO		001-001		 Norandino		
Area de Calidad								
CONTROL DE CALIDAD DE GRANOS DE CACAO PREEMBARQUE								
ORGANIZACION								
CERTIFICACION	Convencional <input type="checkbox"/>	Orgánico <input checked="" type="checkbox"/>	Fairtrade <input type="checkbox"/>					
TIPO DE CACAO	Gran Blanco <input type="checkbox"/>	Piura Blanco <input type="checkbox"/>	Chulucanas <input type="checkbox"/>	Morropón <input type="checkbox"/>	Amazonas <input type="checkbox"/>	Tumpis <input type="checkbox"/>		
PROCEDENCIA			Muestra	Ingreso <input type="checkbox"/>	Preembarque <input type="checkbox"/>	Embarque <input type="checkbox"/>		
COMPROBANTE ENTRADA			Fecha MUESTRA					
ANALISIS DE LABORATORIO								
HUMEDAD	Muestra1		Muestra2		Muestra3		Promedio 0,00%	
CALIBRE	Prueba1		Prueba2				Promedio 0	
APARIENCIA DEL GRANO	PEQUEÑO		APARIENCIA				Marrón Claro	
TAMAÑO	MEDIANO		HOMOGENEIDAD				Marrón Oscuro	
	GRANDE		LIMPIEZA				Almendra	
				-	+		Marrón Rojizo	
				1	2	3	4	5
FORMA	ALARGADO		COMENTARIO					Superficie blanca
	REDONDO							Superficie Negra
								Otros
OLOR DEL GRANO	Muy Acido		Típico					
ACIDEZ	Acido		Características					
	Poco Acido		Atípico					
OLOR DEL GRANO DESPUÉS DEL CORTE	Muy Acido		Típico					
ACIDEZ	Acido		Características					
	Poco Acido		Atípico					
Prueba de Corte 50	CORTE 1	CORTE 2	100%	CORTE 1	CORTE 2	100%		
Violetas			0			0		
Violetas Parcialmente Fermentadas			0			0		
Violetas Fermentadas			0			0		
Blanco No Fermentados			0			0		
Blancos Parcialmente Fermentados			0			0		
Blancos Fermentados			0			0		
Fermentación Parcial	0	0	0			0		
Fermentación Completa	0	0	0			0		
Total Fermentados	0	0	0			0		
DEFECTOS							COMENTARIO	
Mohos								
Pizarrosos								
Atacado por insectos								
Granos Pasilla								
Germinados								
Gemelos								
TOTAL DEFECTOS								
RESULTADOS FINALES							CALIFICACIÓN FINAL	
							GRADO 1	
							GRADO 2	
EVALUADORES								
SANTIAGO OROZCO J		MARTIN DOMINGUEZ V						
		SANTIAGO OROZCO J						
		 Santiago Orozco Jiménez CONTROL CALIDAD CACAO Plantil Proceso Café - Cacao						



Fuente: Domínguez (2018).


## ANEXO 2: Ficha de análisis sensorial de cacao

 <b>ANÁLISIS SENSORIAL DE CACAO</b> <i>Ficha de Catación</i>		MUESTRA	
		CATADOR	
		FECHA	
Categorías		Intensidad	Calidad (0 - 10)
Aroma		0 1 2 3 4 5 	
Acidez		0 1 2 3 4 5 	
Astringencia	Int. 0 a 2.5 (> 5 put.)	0 1 2 3 4 5 	
Amargor	Int. 2.5 a 5: (< 5 put.)	0 1 2 3 4 5 	
Defectos		0 1 2 3 4 5 	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">X 2</div>
Sabor	Cocoa/Cacao	0 1 2 3 4 5 	
	Dulce	0 1 2 3 4 5 	
	Nuez	0 1 2 3 4 5 	
	Frutas secas	0 1 2 3 4 5 	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">X 2</div>
	Frutas frescas	0 1 2 3 4 5 	
	Floral	0 1 2 3 4 5 	
	Especies	0 1 2 3 4 5 	
	Otros		
Pos gusto		0 1 2 3 4 5 	
Comentarios:			Puntaje Catador
			PUNTAJE FINAL

Instrucciones Adicionales	Escala de Intensidad	Escala de Calidad
1. En defectos, uno debe nombrar el defecto si reduce el puntaje de calidad.  2. Se permite usar intervalos de medio punto en las escalas.	0 1 2 3 4 5  <b>0 - Ausente</b> <b>1 - Apenas detectable</b> <b>2 - Presente</b> <b>3 - Caracteriza la muestra</b> <b>4 - Dominante</b> <b>5 - Extremo</b>	0 2.5 5 7.5 10  <i>Pesimo Malo Regular Bueno Excelente</i>  PROYECTO DE DESARROLLO DE COOPERATIVAS <a href="mailto:cacaoquality@gmail.com">cacaoquality@gmail.com</a> DOCUMENTO DE TRABAJO NO REPRODUCIR NI MODIFICAR



Fuente: Domínguez *et al.* (2018).

**ANEXO 3:** Nomenclatura del color de cáscara por cada estadio y su réplica.

Tipo de estado de madurez	Réplica ejemplar				
	R1	R2	R3	R4	R5
E1	5 GY 6/4	5GY 6/4	5GY 6/4	5GY 6/4	5GY 6/4
E2	5Y 7/4	5Y 7/4	5Y 7/4	5Y 7/4	5Y 7/4
E3	5Y 7/6	5Y 8/6	5Y 8/4	5Y 7/4	5Y 8/8
E4	2.5 Y 7/8	5Y 8/8	2.5 Y 7/8	2.5 Y 8/8	2.5 Y 7/8

**ANEXO 4:** Descripción cualitativa del color de cáscara.

Muestra	Descripción Munsell	Qualitative	Cualitativo
E1R1	5GY 6/4	Pale yellowish Green	Verde amarillento pálido
E1R2	5GY 6/4	Pale yellowish Green	Verde amarillento pálido
E1R3	5GY 6/4	Pale yellowish Green	Verde amarillento pálido
E1R4	5GY 6/4	Pale yellowish Green	Verde amarillento pálido
E1R5	5GY 6/4	Pale yellowish Green	Verde amarillento pálido
E2R1	5Y 7/4	Pale yellow	Amarillo pálido
E2R2	5Y 7/4	Pale yellow	Amarillo pálido
E2R3	5Y 7/4	Pale Yellow	Amarillo pálido
E2R4	5Y 7/4	Pale Yellow	Amarillo pálido
E2R5	5Y 7/4	Pale Yellow	Amarillo pálido
E3R1	5Y 7/6	Yellow	Amarillo
E3R2	5Y 8/6	Yellow	Amarillo
E3R3	5Y 8/4	Pale yellow	Amarillo pálido
E3R4	5Y 7/4	Pale yellow	Amarillo Pálido
E3R5	5Y 8/8	Yellow	Amarillo
E4R1	2.5 Y 7/8	Yellow	Amarillo
E4R2	5Y 8/8	Yellow	Amarillo
E4R3	2.5 Y 7/8	Yellow	Amarillo
E4R4	2.5 Y 8/8	Yellow	Amarillo
E4R5	2.5 Y 7/8	Yellow	Amarillo

**ANEXO 5:** Puntaje según el color y pigmentación observada en la cáscara.

Color de cáscara	Réplica ejemplar					Promedio
Tipo de estado de madurez	R1	R2	R3	R4	R5	
E1	1	1	1	1	1	1
E2	2	2	2	2	2	2
E3	3	3	2	2	3	2,6
E4	4	3	4	4	4	3,8



**ANEXO 6: Diámetro longitudinal por mazorca (Altura) (cm)**

Diámetro Longitudinal (cm)	Réplica ejemplar					Promedio
Tipo de estado de madurez	R1	R2	R3	R4	R5	
E1	13,30	13,10	12,50	12,30	14,70	13,18
E2	14,90	11,40	13,60	13,70	14,40	13,60
E3	14,30	12,80	14,60	14,20	13,10	13,80
E4	11,10	14,10	12,70	13,20	12,00	12,62

**ANEXO 7: Peso de mazorca entera (g) por estadio de madurez y su réplica.**

Peso de mazorca(g)	Réplica ejemplar					Promedio
Tipo de estado de madurez	R1	R2	R3	R4	R5	
E1	408,84	467,2	390,86	452,63	409,12	425,73
E2	486,86	295,37	414,66	451,39	494,38	428,532
E3	487,67	367,81	404,07	341,67	314,26	383,096
E4	301,26	470,08	410,69	443,76	416,52	408,462

**ANEXO 8: Peso de cacao en baba por mazorca (g)**

Peso de cacao en baba(g)	Réplica ejemplar					Promedio
Tipo de estado de madurez	R1	R2	R3	R4	R5	
E1	124,40	125,04	96,79	109,79	99,02	111,008
E2	132,87	63,45	89,34	109,56	90,28	97,10
E3	93,59	96,43	98,93	84,65	82,81	91,282
E4	60,36	109,96	83,27	55,16	66,08	74,966

**ANEXO 9: Peso de cáscara por mazorca evaluada (g)**

Peso de cáscara	Réplica ejemplar					Promedio
Tipo de Estado de Madurez	R1	R2	R3	R4	R5	
E1	284,44	342,16	294,07	342,84	310,10	314,722
E2	353,99	231,92	325,32	341,83	404,10	331,432
E3	394,08	271,38	305,14	257,02	231,45	291,814
E4	240,9	360,12	327,42	388,60	350,44	333,496

**ANEXO 10:** Número de pepas por mazorca evaluada.

Número de pepas	Réplica ejemplar					Promedio
Tipo de Estado de Madurez	R1	R2	R3	R4	R5	
E1	31	45	31	37	34	35,6
E2	43	17	40	42	20	32,4
E3	28	42	38	30	40	35,6
E4	26	37	36	18	36	30,6

**ANEXO 11:** Grados Brix° por cada estadio y su réplica

Grados Brix°	Réplica ejemplar					Promedio
Tipo de estado de Madurez	R1	R2	R3	R4	R5	
E1	11,70	9,00	11,50	10,00	10,30	10,5
E2	23,30	19,40	21,20	23,30	16,40	20,72
E3	21,10	21,60	24,70	22,00	24,30	22,74
E4	16,70	20,50	21,40	18,40	21,90	19,78

**ANEXO 12:** Acidez Total Titulable por cada estadio y su réplica (g ácido cítrico / 100 ml)

Acidez Total Titulable	Réplica ejemplar					Promedio
Tipo de Estado de Madurez	R1	R2	R3	R4	R4	
E1	0,512	0,544	0,576	0,565	0,627	0,5648
E2	0,896	0,960	1,024	0,704	0,640	0,8448
E3	1,280	0,832	1,600	0,832	1,984	1,3056
E4	0,448	0,576	0,512	1,152	0,704	0,6784

**ANEXO 13:** Índice de madurez por cada estado evaluado y su réplica

Índice de madurez	Réplica ejemplar					Promedio
Tipo de estado de madurez	R1	R2	E3	E4	E5	
E1	22,8516	16,5441	19,9653	17,6991	16,4222	18,69646
E2	26,0045	20,2083	20,7031	33,0966	25,625	25,1275
E3	16,4844	25,9615	15,4375	26,4423	12,248	19,31474
E4	37,2768	35,5903	41,7969	15,9722	31,108	32,34884

**ANEXO 14:** Registro de temperaturas (°C) en el centro térmico de cada tratamiento.

Horas	Tratamientos Evaluados								
	175	789	389	456	589	189	843	435	725
0	22,7	24,2	23,1	26,0	25,2	25,9	23,0	23,5	23,1
15	30,4	26,0	26,8	31,3	28,0	29,2	37,7	23,6	24,2
21	32,8	25,1	27,4	36,4	31,0	30,4	38,5	23,8	26,6
29	34,3	33,9	35,2	36,6	35,0	36,1	39,5	26,3	33,4
39	36,2	37,9	37,9	39,5	35,0	42,2	44,7	33,0	43,9
45	47,1	39,0	38,9	43,3	42,1	49,2	44,0	37,7	44,5
53	46,2	39,2	41,1	40,2	47,1	46,9	43,1	42,2	43,5
63	38,0	40,6	43,9	39,4	43,1	40,1	43,1	42,0	39,9
69	39,1	43,6	42,5	39,3	42,8	39,5	36,0	41,0	39,3
77	39,4	42,8	39,4	40,1	45,3	45,0	45,2	46,6	41,9
87	40,6	44,1	43,0	41,2	47,0	49,3	42,1	46,1	43,3
93	43,0	42,9	46,0	43,5	45,6	45,1	42,3	45,3	43,6
101	37,8	41,9	41,1	42,1	39,0	42,3	43,5	44,7	41,1
111	42,5	45,3	42,9	41,2	44,3	45,0	42,3	43,5	43,2
117	43,3	44,1	44,4	47,0	45,8	46,0	43,2	44,9	48,0
120	45,9	43,5	46,0	45,0	48,0	47,4	43,0	44,0	46,3
Promedio	38,7	38,4	38,7	39,5	40,3	41,2	40,7	38,0	39,1

**ANEXO 15:** Temperaturas del tipo de fermentador en Montones con 0 días de aguante (175)

Horas	Centro	Esquina superior derecha	Esquina superior izquierda	Esquina inferior derecha	Esquina inferior izquierda
0	22.7	22.5	22.7	22.4	22.5
15	30.4	26.7	26.5	27.0	27.0
21	32.8	32.6	32.4	32.2	32.0
29	34.3	33.5	33.7	33.0	34.0
39	36.2	33.7	34.8	33.4	36.2
45	47.1	41.6	42.0	44.0	41.8
53	46.2	39.8	40.5	40.3	40.7
63	38.0	37.7	37.5	37.0	35.5
69	39.1	36.1	37.8	39.5	38.1
77	39.4	37.5	36.8	39.7	36.4
87	40.6	42.0	42.2	41.8	41.3
93	43.0	44.0	44.5	43.8	43.8
101	37.8	33.3	37.1	30.0	33.6
111	42.5	44.1	44.1	44.5	44.4
117	43.3	43.0	42.9	42.9	43.1
120	45.9	43.9	44.9	44.2	45.6
Promedio	38.7	37.0	37.5	37.2	37.3

**ANEXO 16:** Temperaturas del tipo de fermentador en Sacos con 0 días de aguante (789)

Horas	Centro	Extremo Superior	Extremo inferior
0	24.2	24.1	24.2
15	26.0	24.9	22.6
21	25.1	26.6	25.2
29	33.9	33.3	33.5
39	37.9	37.5	37.9
45	39.0	38.3	37.7
53	39.2	38.5	38.1
63	40.6	37.4	43.5
69	43.6	38.0	40.6
77	42.8	42.2	38.9
87	44.1	44.5	43.9
93	42.9	44.6	42.5
101	41.9	43.5	42.5
111	45.3	43.8	42.9
117	44.1	43.5	42.9
120	43.5	44.2	43.0
Promedio	38.4	37.8	37.5

**ANEXO 17:** Temperaturas del tipo de fermentador en cajones con 0 días de Aguante (389)

Horas	Centro	Esquina superior derecha	Esquina superior izquierda	Esquina inferior derecha	Esquina inferior izquierda
0	23.1	23.2	23.0	23.1	23.2
15	26.8	24.7	25.8	27.1	26.1
21	27.4	27.1	27.5	26.4	27.0
29	35.2	34.6	34.3	34.3	34.7
39	37.9	37.5	37.2	37.4	36.6
45	38.9	37.8	37.9	37.3	37.3
53	41.1	41.4	41.2	40.7	41.7
63	43.9	43.3	39.8	40.7	39.2
69	42.5	40.3	40.0	41.6	40.2
77	39.4	37.8	40.1	37.3	36.2
87	43.0	43.0	43.5	43.8	39.9
93	46.0	41.1	44.2	45.5	45.0
101	41.1	36.8	38.9	37.5	36.3
111	42.9	42.5	41.5	44.4	38.6
117	44.4	43.6	44.1	44.2	42.5
120	46.0	46.3	48.0	44.2	43.8
Promedio	38.7	37.6	37.9	37.8	36.8

**ANEXO18:** Temperaturas del tipo de fermentador en montones con 3 días de aguante (456)

Horas	Centro	Esquina superior derecha	Esquina superior izquierda	Esquina inferior derecha	Esquina inferior izquierda
0	26.0	26.1	25.9	26.0	26.0
15	31.3	32.0	31.5	33.8	32.5
21	36.4	35.6	35.1	36.0	36.5
29	36.6	31.9	33.0	32.5	33.9
39	39.5	34.6	35.6	36.6	36.6
45	43.3	42.2	41.8	43.0	42.4
53	40.2	40.0	40.0	40.1	39.5
63	39.4	36.3	34.4	35.5	35.2
69	39.3	40.0	39.1	40.2	39.3
77	40.1	39.0	40.0	40.1	39.5
87	41.2	41.5	41.7	38.0	38.4
93	43.5	41.1	42.3	43.1	42.0
101	42.1	41.5	41.9	42.0	40.0
111	41.2	42.1	41.8	43.1	39.1
117	47.0	45.7	45.3	46.1	44.0
120	45.0	44.8	44.5	44.8	44.0
Promedio	39.5	38.4	38.4	38.8	38.1

**ANEXO 19:** Temperaturas del tipo de fermentador en sacos con 3 días de aguante (589)

Horas	Centro	Extremo Superior	Extremo inferior
0	25.2	25.0	25.0
15	28.0	27.5	27.8
21	31.0	30.4	28.4
29	35.0	33.1	33.4
39	35.0	31.4	33.3
45	42.1	42.2	43.7
53	47.1	43.0	46.8
63	43.1	40.3	40.0
69	42.8	44.4	42.1
77	45.3	44.6	42.0
87	47.0	45.0	41.3
93	45.6	42.0	43.0
101	39.0	39.0	38.0
111	44.3	44.0	39.1
117	45.8	48.0	45.1
120	48.0	44.0	49.6
Promedio	40.3	39.0	38.7

**ANEXO 20:** Temperaturas del tipo de fermentador en cajones con 3 días de aguante (189)

Horas	Centro	Esquina superior derecha	Esquina superior izquierda	Esquina inferior derecha	Esquina inferior izquierda
0	25.9	25.8	25.9	25.8	25.5
15	29.2	28.5	29.0	28.4	28.9
21	30.4	33.2	33.6	32.3	33.2
29	36.1	35.2	34.3	32.3	32.7
39	42.2	38.4	44.3	41.9	40.9
45	49.2	47.9	47.1	49.0	48.9
53	46.9	42.1	43.0	40.5	44.0
63	40.1	40.5	39.2	40.3	40.0
69	39.5	43.0	39.8	42.9	43.9
77	45.0	43.0	44.0	43.9	44.5
87	49.3	43.5	45.4	44.3	45.6
93	45.1	42.1	40.1	45.6	43.9
101	42.3	40.0	39.1	42.0	40.2
111	45.0	44.2	44.5	46.0	41.1
117	46.0	43.5	46.5	47.8	48.5
120	47.4	48.8	49.3	48.1	47.6
Promedio	41.2	40.0	40.3	38.7	40.6

**ANEXO 21:** Temperaturas del tipo de fermentador en montones con 5 días de aguante (843)

Horas	Centro	Esquina superior derecha	Esquina superior izquierda	Esquina inferior derecha	Esquina inferior izquierda
0	23.0	23.2	23.0	23.3	23.2
15	37.7	33.1	32.5	32.3	31.6
21	38.5	37.5	39.1	35.2	36.9
29	39.5	37.5	40.1	37.2	37.9
39	44.7	40.9	40.0	41.3	43.1
45	44.0	44.2	44.3	41.4	41.0
53	43.1	41.1	43.0	39.7	42.4
63	43.1	36.4	40.6	37.8	42.3
69	36.0	35.3	36.1	35.5	36.1
77	45.2	43.8	41.7	42.4	45.2
87	42.1	40.2	41.3	41.4	40.3
93	42.3	46.4	44.4	46.3	46.1
101	43.5	43.0	40.6	40.8	39.9
111	42.3	35.9	36.5	37.4	39.5
117	43.2	35.7	36.2	37.0	39.0
120	43.0	35.7	36.0	36.5	38.5
Promedio	40.7	38.1	38.5	37.8	38.9

**ANEXO 22:** Temperaturas del tipo de fermentador en sacos con 5 días de aguante (435)

Horas	Centro	Extremo Superior	Extremo inferior
0	23.5	23.5	23.5
15	23.6	23.1	21.2
21	23.8	23.6	23.0
29	26.3	27.6	26.8
39	33.0	35.2	27.9
45	37.7	39.1	34.3
53	42.2	42.6	36.5
63	42.0	41.4	40.3
69	41.0	41.1	40.2
77	46.6	43.5	31.6
87	46.1	42.4	44.1
93	45.3	43.1	40.1
101	44.7	44.9	37.0
111	43.5	44.1	34.3
117	44.9	46.6	41.0
120	44.5	44.3	41.0
Promedio	38.0	37.9	33.9

**ANEXO 23:** Temperaturas del tipo de fermentador en cajones con 5 días de aguante (725)

Horas	Centro	Esquina superior derecha	Esquina superior izquierda	Esquina inferior derecha	Esquina inferior izquierda
0	23.1	23.3	23.2	23.5	23.9
15	24.2	25.0	25.7	24.8	27.7
21	26.6	27.7	26.6	27.9	28.7
29	33.4	31.7	31.7	32.2	30.8
39	43.9	43.9	41.0	40.5	42.3
45	44.5	44.9	41.2	43.2	44.0
53	43.5	41.1	41.5	43.2	40.0
63	39.9	40.5	38.8	39.6	40.0
69	39.3	41.4	40.6	40.8	40.7
77	41.9	45.0	31.1	40.4	41.8
87	43.3	43.1	44.0	45.0	41.0
93	43.6	45.0	45.4	44.1	40.6
101	41.1	39.0	40.1	43.0	39.4
111	43.2	37.9	36.5	35.5	33.2
117	48.0	46.5	45.4	44.1	39.7
120	46.3	45.0	44.9	44.0	39.6
Promedio	39.1	38.8	37.4	38.2	37.1



**ANEXO 24:** Registro de humedades (%) durante los días de secado

Día	Tratamientos Evaluados								
	175	789	389	456	589	189	843	435	725
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	11,6	12,2	11,2	11,0	11,2	11,1	11,2	11,0	10,1
5	9,4	9,6	9,5	9,0	10,6	10,7	10,0	9,9	9,5
6	8,4	8,7	8,3	8,5	8,3	8,8	8,9	8,9	8,4
7	7,7	7,8	8,0	7,8	8,0	8,0	7,9	8,2	7,9
8	7,3	7,3	7,4	7,3	7,2	7,3	7,0	7,3	7,3

**ANEXO 25:** Peso de cacao en seco y rendimiento por cada tratamiento

Aguante de mazorca	Códigos	Tipo de Fermentador	Peso en seco	Rendimiento (%)
0 Días	LOTE 389	Cajones	22,400 Kg	42,91
	LOTE 789	Sacos	22,450 Kg	43,01
	LOTE 175	Montones	22,500 Kg	43,10
3 Días	LOTE 189	Cajones	23,150 Kg	44,35
	LOTE 589	Sacos	23,100 Kg	44,25
	LOTE 456	Montones	23,748 Kg	45,49
5 Días	LOTE 725	Cajones	23,863 Kg	45,71
	LOTE 435	Sacos	23,863 Kg	45,71
	LOTE 843	Montones	23,371 Kg	44,77

**ANEXO 26:** Humedad en % según la NTP ISO 2451 2006. (Obtenida con AQUABOY KPM)

% Humedad		Tipo de fermentador		
		Montones	Sacos	Cajones
Tiempo de aguante	0 días	6,5	5,6	5,6
		6,5	5,9	5,0
		6,5	6,0	5,3
	Promedio	6,5	5,83	5,3
	3 días	7,4	7,0	7,0
		7,4	6,7	6,9
		7,5	7,3	7,0
	Promedio	7,43	7,0	6,97
	5 días	7,0	6,5	6,2
		7,0	6,9	6,5
		6,9	6,9	6,4
	Promedio	6,97	6,77	6,37

**ANEXO 27:** Índice de grano obtenido en gramos (g) por cada tratamiento resultante.

Índice de Grano		Tipo de fermentador		
		Montones	Sacos	Cajones
Tiempo de aguante	0 días	1,4104	1,3938	1,3606
		1,3891	1,3943	1,3171
	Promedio	1,39975	1,39405	1,33885
	3 días	1,4026	1,3324	1,3252
		1,4233	1,3089	1,3529
	Promedio	1,41295	1,32065	1,33905
	5 días	1,4911	1,3661	1,3547
		1,4626	1,3034	1,3478
	Promedio	1,47685	1,33475	1,35125

**ANEXO 28:** Calibre de grano obtenido en gramos (g) por cada tratamiento resultante.

Calibre del grano		Tipo de fermentador		
		Montones	Sacos	Cajones
Tiempo de aguante	0 días	141,04	139,38	136,06
		138,91	139,43	131,71
	Promedio	139,975	139,405	133,885
	3 días	140,26	133,24	132,52
		142,33	130,89	135,29
	Promedio	141,295	132,065	133,905
	5 días	149,11	136,61	135,47
		146,26	130,34	134,78
	Promedio	147,685	133,475	135,125

**ANEXO 29:** Porcentaje de grano blanco obtenido por cada tratamiento evaluado.

% Grano Blanco			Tipo de fermentador		
			Montones	Sacos	Cajones
Tiempo de aguante	0 días	Corte 1	20	22	20
		Corte 2	22	28	23
	Total de Grano Blanco		42%	50%	43%
	3 días	Corte 1	18	19	24
		Corte 2	20	22	27
	Total de Grano Blanco		38%	41%	51%
	5 días	Corte 1	24	26	32
		Corte 2	31	21	32
	Total de grano Blanco		55%	47%	64%

**ANEXO 30:** Porcentaje de Fermentación Total obtenido por cada tratamiento evaluado.

% de Fermentación			Tipo de fermentador		
			Montones	Sacos	Cajones
Tiempo de aguante	0 días	Corte 1	43	41	39
		Corte 2	40	41	40
	Fermentación Total		83%	82%	79%
	3 días	Corte 1	45	45	46
		Corte 2	45	44	47
	Fermentación Total		90%	89%	93%
	5 días	Corte 1	30	37	36
		Corte 2	30	37	39
	Fermentación Total		60%	74%	75%

**ANEXO 31:** Ficha de análisis físico en el tratamiento 175 (Montones con 0 días de aguante)

CÓDIGO: 175

Planta de Procesamiento de Cacao  
Area de Calidad

N° CERTIFICADO 001-001

CONTROL DE CALIDAD DE GRANOS DE CACAO PREEMBARQUE

ORGANIZACION COOPERATIVA AGROPECUARIA LINDEROS DE KARAY

CERTIFICACION Convencional ☐ Orgánico ☒ Fairtrade ☐

TIPO DE CACAO Gran Blanco ☐ Piura Blanco ☐ Chulucanas ☐ Morropón ☒ Amazonas ☐ Tumpis ☐

PROCEDENCIA LINDEROS DE KARAY Muestra Ingreso ☒ Preembarque ☐ Embarque ☐

COMPROBANTE ENTRADA Fecha MUESTRA 13/08/2018

ANÁLISIS DE LABORATORIO

HUMEDAD	Muestra1	6,5	Muestra2	6,5	Muestra3	6,5	Promedio	6,5 %
CALIBRE	Prueba1	441,04g	Prueba2	438,91g	Promedio	439,975g		

APARIENCIA DEL GRANO

TAMAÑO PEQUEÑO ☐ MEDIANO ☒ GRANDE ☐

APARIENCIA HOMOGENEIDAD LIMPIEZA

FORMA ALARGADO ☒ REDONDO ☐

COMENTARIO

OLOR DEL GRANO

ACIDEZ Muy Acido ☐ Acido ☐ Poco Acido ☐

Características Típico ☐ Atípico ☒ aromático pronunciado

OLOR DEL GRANO DESPUÉS DEL CORTE

ACIDEZ Muy Acido ☐ Acido ☐ Poco Acido ☐

Características Típico ☐ Atípico ☐

Prueba de Corte 50	CORTE 1	CORTE 2	100%	CORTE 1	CORTE 2	100%
Violetas	03	03	06			
Violetas Parcialmente Fermentadas	05	04	09			
Violetas Fermentadas	22	21	43			
Blanco No Fermentados	04	03	11			
Blancos Parcialmente Fermentados	04	04	08			
Blancos Fermentados	12	11	23			
Fermentación Parcial	09	08	17			
Fermentación Completa	34	32	66			
Total Fermentados	43	40	83			

DEFECTOS

Mohos

Pizarrosos

Atacado por insectos

Granos Pasilla

Germinados

Gemelos

TOTAL DEFECTOS

COMENTARIO

RESULTADOS FINALES

CALIFICACIÓN FINAL

GRADO 1 ☒ GRADO 2 ☐

EVALUADORES SANTIAGO OROZCO J MARTIN DOMINGUEZ V SANTIAGO OROZCO J

COOP NORANDINO

COOP NORANDINO

COOP NORANDINO



**ANEXO 32: Ficha de análisis físico en el tratamiento 789 (Sacos con 0 días de aguante)**

**MOD:789**

Planta de Procesamiento de Cacao		N° CERTIFICADO		001-001	Norandino				
CONTROL DE CALIDAD DE GRANOS DE CACAO PREEMBARQUE									
ORGANIZACION	COOPERATIVA AGROPECUARIA LINDEROS DE MARAY								
CERTIFICACION	Convencional <input type="checkbox"/>	Orgánico <input checked="" type="checkbox"/>	Fairtrade <input type="checkbox"/>						
TIPO DE CACAO	Gran Blanco <input type="checkbox"/>	Piura Blanco <input type="checkbox"/>	Chulucanas <input type="checkbox"/>	Morropón <input checked="" type="checkbox"/>	Amazonas <input type="checkbox"/>	Tumpis <input type="checkbox"/>			
PROCEDENCIA	LINDEROS DE MARAY		Muestra	Ingreso <input checked="" type="checkbox"/>	Preembarque <input type="checkbox"/>	Embarque <input type="checkbox"/>			
COMPROBANTE ENTRADA			Fecha MUESTRA	13/08/2018					
ANALISIS DE LABORATORIO									
HUMEDAD	Muestra1	5.6	Muestra2	5.9	Muestra3	6.0	Promedio	5.83%	
CALIBRE	Prueba1	139.38g	Prueba2	139.43g			Promedio	139.405g	
APARIENCIA DEL GRANO									
TAMAÑO	PEQUEÑO	<input type="checkbox"/>	APARIENCIA					Marrón Claro	<input type="checkbox"/>
	MEDIANO	<input checked="" type="checkbox"/>	HOMOGENEIDAD					Marrón Oscuro	<input type="checkbox"/>
	GRANDE	<input type="checkbox"/>	LIMPIEZA					Almendra	<input type="checkbox"/>
FORMA	ALARGADO	<input checked="" type="checkbox"/>					Marrón Rojizo	<input checked="" type="checkbox"/>	
	REDONDO	<input type="checkbox"/>					Superficie blanca	<input type="checkbox"/>	
							Superficie Negra	<input type="checkbox"/>	
							Otros	<input type="checkbox"/>	
OLOR DEL GRANO									
ACIDEZ	Muy Acido <input type="checkbox"/>	Acido <input type="checkbox"/>	Poco Acido <input type="checkbox"/>	Características	Típico <input checked="" type="checkbox"/>				
					Atípico <input type="checkbox"/>				
OLOR DEL GRANO DESPUÉS DEL CORTE									
ACIDEZ	Muy Acido <input type="checkbox"/>	Acido <input type="checkbox"/>	Poco Acido <input type="checkbox"/>	Características	Típico <input type="checkbox"/>				
					Atípico <input type="checkbox"/>				
Prueba de Corte 50	CORTE 1	CORTE 2	100%	CORTE 1	CORTE 2	100%			
Violetas	03	04	07						
Violetas Parcialmente Fermentadas	04	03	07						
Violetas Fermentadas	21	15	36						
Blanco No Fermentados	06	05	11						
Blancos Parcialmente Fermentados	02	03	05						
Blancos Fermentados	14	20	34						
Fermentación Parcial	06	06	12						
Fermentación Completa	35	35	70						
Total Fermentados	41	41	82						
DEFECTOS									
Mohos							COMENTARIO		
Pizarrosos									
Atacado por insectos									
Granos Pasilla									
Germinados									
Gemelos									
TOTAL DEFECTOS									
RESULTADOS FINALES							CALIFICACIÓN FINAL		
							GRADO 1	GRADO 2	
							<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
EVALUADORES									
SANTIAGO OROZCO J	MARTIN DOMINGUEZ V								
	SANTIAGO OROZCO J								
						COOP NORANDINO			
						COOP NORANDINO			

**ANEXO 33:** Ficha de análisis físico en el tratamiento 389 (Cajones con 0 días)

**CÓDIGO: 389**

Planta de Procesamiento de Cacao  
Area de Calidad

**N° CERTIFICADO** 001-001

**CONTROL DE CALIDAD DE GRANOS DE CACAO PREEMBARQUE**

ORGANIZACION COOPERATIVA AGROPECUARIA LINDEROS DE MARAY

CERTIFICACION Convencional ☐ Orgánico ☒ Fairtrade ☐

TIPO DE CACAO Gran Blanco ☐ Piura Blanco ☐ Chulucanas ☐ Morropón ☒ Amazonas ☐ Tumpis ☐

PROCEDENCIA LINDEROS DE MARAY Muestra Ingreso ☐ Preembarque ☐ Embarque ☐

COMPROBANTE ENTRADA Fecha MUESTRA 13/08/2018

**ANALISIS DE LABORATORIO**

HUMEDAD	Muestra1	5.6	Muestra2	5.0	Muestra3	5.3	Promedio	5.3 %
CALIBRE	Prueba1	136,06g	Prueba2	131,71g	Promedio	133.885 g		

APARIENCIA DEL GRANO

TAMAÑO PEQUEÑO ☐ MEDIANO ☒ GRANDE ☐

APARIENCIA HOMOGENEIDAD LIMPIEZA

FORMA ALARGADO ☒ REDONDO ☐

COMENTARIO

OLOR DEL GRANO

ACIDEZ Muy Acido ☐ Acido ☐ Poco Acido ☐

Características Típico ☒ Atípico ☐

OLOR DEL GRANO DESPUÉS DEL CORTE

ACIDEZ Muy Acido ☐ Acido ☐ Poco Acido ☐

Características Típico ☐ Atípico ☐

Prueba de Corte 50	CORTE 1	CORTE 2	100%	CORTE 1	CORTE 2	100%
Violetas	06	04	10			
Violetas Parcialmente Fermentadas	05	03	08			
Violetas Fermentadas	19	20	39			
Blanco No Fermentados	05	06	11			
Blancos Parcialmente Fermentados	03	03	06			
Blancos Fermentados	12	14	26			
Fermentación Parcial	08	06	14			
Fermentación Completa	31	34	65			
Total Fermentados	39	40	79			

DEFECTOS

Mohos ☐

Pizarrosos ☐

Atacado por insectos ☐

Granos Pasilla ☐

Germinados ☐

Gemelos ☐

TOTAL DEFECTOS

COMENTARIO

RESULTADOS FINALES

CALIFICACIÓN FINAL

GRADO 1 ☒ GRADO 2 ☐

EVALUADORES

SANTIAGO OROZCO J

MARTIN DOMINGUEZ V

SANTIAGO OROZCO J

Santiago Orozco-Ríos  
CONTROL CALIDAD CACAO  
Planta Proceso Cafa - Cacao

COOP NORANDINO

Evelyn Viteri Sánchez  
CONTROL DE CALIDAD CACAO  
PLANTA PROCESO CACAO



CÓDIGO: 456

 **COOP NORANDINO**

**ANEXO 35:** Ficha de análisis físico en el tratamiento 589(sacos con 3 días de aguante)

**CÓDIGO: 589**

Planta de Procesamiento de Cacao  
Area de Calidad

N° CERTIFICADO 001-001

**CONTROL DE CALIDAD DE GRANOS DE CACAO PREEMBARQUE**

ORGANIZACION COOPERATIVA AGROPECUARIA LINDEROS DE HARAY

CERTIFICACION Convencional ☐ Orgánico ☒ Fairtrade ☐

TIPO DE CACAO Gran Blanco ☐ Piura Blanco ☐ Chulucanas ☐ Morropón ☒ Amazonas ☐ Tumpis ☐

PROCEDENCIA LINDEROS DE HARAY Muestra Ingreso ☒ Preembarque ☐ Embarque ☐

COMPROBANTE ENTRADA Fecha MUESTRA 13/08/2018

**ANALISIS DE LABORATORIO**

HUMEDAD	Muestra1	<u>7.0</u>	Muestra2	<u>6.7</u>	Muestra3	<u>7.3</u>	Promedio	<u>7.0</u> %
CALIBRE	Prueba1	<u>133,24g</u>	Prueba2	<u>130,89g</u>	Promedio	<u>132,065g</u>		

APARIENCIA DEL GRANO

TAMAÑO PEQUEÑO ☐ MEDIANO ☒ GRANDE ☐

APARIENCIA HOMOGENEIDAD LIMPIEZA

1	2	3	4	5

COLOR

Marrón Claro ☐  
Marrón Oscuro ☐  
Almendra ☐  
Marrón Rojizo ☒  
Superficie blanca ☐  
Superficie Negra ☐  
Otros ☐

FORMA ALARGADO ☒ REDONDO ☐

COMENTARIO

OLOR DEL GRANO

ACIDEZ Muy Acido ☐ Acido ☐ Poco Acido ☐

Características Típico ☐ Atípico ☐

OLOR DEL GRANO DESPUÉS DEL CORTE

ACIDEZ Muy Acido ☐ Acido ☐ Poco Acido ☐

Características Típico ☐ Atípico ☐

Prueba de Corte 50	CORTE 1	CORTE 2	100%	CORTE 1	CORTE 2	100%
Violetas	<u>02</u>	<u>04</u>	<u>06</u>			
Violetas Parcialmente Fermentadas	<u>17</u>	<u>13</u>	<u>30</u>			
Violetas Fermentadas	<u>12</u>	<u>11</u>	<u>23</u>			
Blanco No Fermentados	<u>03</u>	<u>02</u>	<u>05</u>			
Blancos Parcialmente Fermentados	<u>04</u>	<u>03</u>	<u>07</u>			
Blancos Fermentados	<u>12</u>	<u>17</u>	<u>29</u>			
Fermentación Parcial	<u>21</u>	<u>16</u>	<u>37</u>			
Fermentación Completa	<u>24</u>	<u>28</u>	<u>52</u>			
Total Fermentados	<u>45</u>	<u>44</u>	<u>89</u>			

DEFECTOS

Mohos					
Pizarrosos					
Atacado por insectos					
Granos Pasilla					
Germinados					
Gemelos					
TOTAL DEFECTOS					

COMENTARIO

RESULTADOS FINALES

CALIFICACIÓN FINAL

GRADO 1	GRADO 2
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

EVALUADORES  
SANTIAGO OROZCO J

MARTIN DOMINGUEZ V  
SANTIAGO OROZCO J

COOP NORANDINO  
Santiago Orozco-Jiménez  
CONTROL CALIDAD CACAO  
Planta Proceso Cacao - Cacao

COOP NORANDINO  
Evelyn Valle Sánchez  
CONTROL DE CALIDAD CACAO  
PLANTA PROCESO CACAO



**ANEXO 36:** Ficha de análisis físico en el tratamiento 189 (Cajones con 3 días de aguante)

**CÓDIGO : 189**

Planta de Procesamiento de Cacao  
Area de Calidad

N° CERTIFICADO 001-001

**CONTROL DE CALIDAD DE GRANOS DE CACAO PREEMBARQUE**

ORGANIZACION COOPERATIVA AGROPECUARIA LINDEROS DE KARAY

CERTIFICACION Convencional ☐ Orgánico ☒ Fairtrade ☐

TIPO DE CACAO Gran Blanco ☐ Plura Blanco ☐ Chulucanas ☐ Morropón ☒ Amazonas ☐ Tumpis ☐

PROCEDENCIA LINDEROS DE KARAY Muestra Ingreso ☒ Preembarque ☐ Embarque ☐

COMPROBANTE ENTRADA Fecha MUESTRA 13/08/2018

**ANÁLISIS DE LABORATORIO**

<b>HUMEDAD</b>	Muestra1	<u>7.0</u>	Muestra2	<u>6.9</u>	Muestra3	<u>7.0</u>	Promedio	<u>6.97%</u>
<b>CALIBRE</b>	Prueba1	<u>132,52g</u>	Prueba2	<u>135,29g</u>	Promedio	<u>133,905g</u>		

**APARIENCIA DEL GRANO**

TAMAÑO PEQUEÑO ☐ MEDIANO ☒ GRANDE ☐

APARIENCIA HOMOGENEIDAD LIMPIEZA

1	2	3	4	5

COLOR

FORMA ALARGADO ☒ REDONDO ☐

COMENTARIO

OLOR DEL GRANO

ACIDEZ Muy Acido ☐ Acido ☐ Poco Acido ☒

Características Típico ☒ Atípico ☐

OLOR DEL GRANO DESPUÉS DEL CORTE

ACIDEZ Muy Acido ☐ Acido ☐ Poco Acido ☐

Características Típico ☐ Atípico ☐

Prueba de Corte 50	CORTE 1	CORTE 2	100%	CORTE 1	CORTE 2	100%
Violetas	<u>02</u>	<u>03</u>	<u>05</u>			
Violetas Parcialmente Fermentadas	<u>11</u>	<u>09</u>	<u>20</u>			
Violetas Fermentadas	<u>13</u>	<u>11</u>	<u>24</u>			
Blanco No Fermentados	<u>02</u>	<u>—</u>	<u>02</u>			
Blancos Parcialmente Fermentados	<u>04</u>	<u>05</u>	<u>09</u>			
Blancos Fermentados	<u>18</u>	<u>22</u>	<u>40</u>			
Fermentación Parcial	<u>15</u>	<u>14</u>	<u>29</u>			
Fermentación Completa	<u>31</u>	<u>33</u>	<u>64</u>			
Total Fermentados	<u>46</u>	<u>47</u>	<u>93</u>			

**DEFECTOS**

Mohos						
Pizarrosos						
Atacado por insectos						
Granos Pasilla						
Germinados						
Gemelos						
TOTAL DEFECTOS						

**COMENTARIO**

**RESULTADOS FINALES**

CALIFICACIÓN FINAL

GRADO 1	GRADO 2

EVALUADORES

SANTIAGO OROZCO J

MARTIN DOMINGUEZ V

SANTIAGO OROZCO J

COOP NORANDINO

Santiago Orozco-Jiménez

CONTROL CALIDAD CACAO

Planta Proceso Cacao - Cacao

COOP NORANDINO

Evelyn Valle Sánchez

CONTROL DE CALIDAD CACAO

PLANTA PROCESO CACAO



CÓDIGO : 843

 COOP NORANDINO

**ANEXO 38:** Ficha de análisis físico en el tratamiento 435 (Sacos con 5 días de aguante)

**CÓDIGO: 435**

Planta de Procesamiento de Cacao  
Área de Calidad

N° CERTIFICADO 001-001

**CONTROL DE CALIDAD DE GRANOS DE CACAO PREEMBARQUE**

ORGANIZACION COOPERATIVA AGROPECUARIA LINDEROS DE MARAY

CERTIFICACION Convencional ☐ Orgánico ☒ Fairtrade ☐

TIPO DE CACAO Gran Blanco ☐ Piura Blanco ☐ Chulucanas ☐ Morropón ☒ Amazonas ☐ Tumpis ☐

PROCEDENCIA LINDEROS DE MARAY Muestra ☐ Ingreso ☐ Preembarque ☐ Embarque ☐

COMPROBANTE ENTRADA Fecha MUESTRA 13/08/2018

**ANÁLISIS DE LABORATORIO**

HUMEDAD	Muestra1	6.5	Muestra2	6.9	Muestra3	6.9	Promedio	6.77%
CALIBRE	Prueba1	136.61g	Prueba2	130.34g	Promedio	133.475g		

APARIENCIA DEL GRANO

TAMAÑO PEQUEÑO ☒ MEDIANO ☐ GRANDE ☐

APARIENCIA HOMOGENEIDAD LIMPIEZA

FORMA ALARGADO ☒ REDONDO ☐

COMENTARIO

OLOR DEL GRANO

ACIDEZ Muy Acido ☐ Acido ☐ Poco Acido ☐ Características Típico ☒ Atípico ☐

OLOR DEL GRANO DESPUÉS DEL CORTE

ACIDEZ Muy Acido ☐ Acido ☐ Poco Acido ☐ Características Típico ☐ Atípico ☐

Prueba de Corte 50	CORTE 1	CORTE 2	100%	CORTE 1	CORTE 2	100%
Violetas	07	09	16			
Violetas Parcialmente Fermentadas	10	15	25			
Violetas Fermentadas	07	05	12			
Blanco No Fermentados	06	04	10			
Blancos Parcialmente Fermentados	10	07	17			
Blancos Fermentados	10	10	20			
Fermentación Parcial	20	22	42			
Fermentación Completa	17	15	32			
Total Fermentados	37	37	74			

DEFECTOS

Mohos

Pizarrosos

Atacado por insectos

Granos Pasilla

Germinados

Gemelos

TOTAL DEFECTOS

RESULTADOS FINALES

CALIFICACIÓN FINAL

GRADO 1

GRADO 2

EVALUADORES

SANTIAGO OROZCO J

MARTIN DOMINGUEZ V

SANTIAGO OROZCO J

COOP NORANDINO

Santiago Orozco-Artisano

CONTROL CALIDAD CACAO

Planta Proceso Cacao - Cacao

COOP NORANDINO

Evelyn Valls-Sánchez

CONTROL DE CALIDAD CACAO

PLANTA PROCESO CACAO



CÓDIGO: 725

**COOP NORANDINO**

**ANEXO 40:** Análisis químicos y microbiológicos de los 9 tratamientos en estudio dentro del proceso de beneficio postcosecha.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA**  
**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD**



**INFORME DE ENSAYOS N° 130-2018**

Pág.1 / 1

SOLICITANTE  
 DOMICILIO LEGAL  
 PRODUCTO DECLARADO  
 CONDICIÓN DE LA MUESTRA  
 PROCEDENCIA DE LA MUESTRA

: KATRIN ASTRILINDA ALVAREZ HUAMAN  
 : AH. 04 DE NOVIEMBRE MZ D LOTE 17, CALLE SAN ANTONIO SULLANA-PIURA  
 : CACAO FERMENTADO SECO  
 : GRANO SECO SIN CASCARA EN BOLSA DE POLIETILENO  
 : TESIS "OPTIMIZACIÓN Y CONTROL DEL PROCESO DE BENEFICIO POSTCOSECHA DEL CACAO NATIVO ORGANICO (*Theobroma cacao* L.) EN COOPAGRO LINDEROS, MORROPON, PIURA"

CANTIDAD DE MUESTRA  
 MUESTREO  
 DOCUMENTO DE REFERENCIA  
 FECHA DE RECEPCIÓN  
 FECHA DE INICIO DEL ENSAYO  
 FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO

: 9 MUESTRAS X 250 g  
 : REALIZADO POR EL CLIENTE  
 : NO ESPECIFICA  
 : 12-09-2018  
 : 12-09-2018  
 : 17-10-2018

ENSAYOS	Resultados (códigos)				
	175	456	643	389	725
Humedad (%)	3.99	4.29	4.51	2.43	2.89
Cenizas totales (%)	2.67	2.73	2.83	2.43	2.53
Grasa total (%)	33.10	33.24	33.26	37.99	38.10
Proteína total (%)	15.78	15.80	15.85	19.10	19.40
Fibra total (%)	3.15	3.16	3.18	2.89	2.91
Cadmio (mg/Kg)	0.72	0.68	0.70	0.98	0.85
Mohos (ufc/g)	32x10	12x10	45x10	1x10	2x10
Levaduras (ufc/g)	12x10 <sup>3</sup>	15x10 <sup>4</sup>	75x10 <sup>4</sup>	17x10	11x10 <sup>2</sup>

ENSAYOS	Resultados (códigos)		
	789	589	435
Humedad (%)	2.38	2.76	2.95
Cenizas totales (%)	2.84	2.92	2.76
Grasa total (%)	33.10	33.14	33.18
Proteína total (%)	21.10	21.30	21.45
Fibra total (%)	3.12	3.10	3.14
Cadmio (mg/Kg)	0.82	0.83	0.80
Mohos (ufc/g)	7x10	12x10	45x10
Levaduras (ufc/g)	40x10	18x10 <sup>2</sup>	17x10 <sup>2</sup>

**MÉTODO DE ENSAYO:**

**Cenizas totales:** NMX-F-607-NORMEX-2013 ALIMENTOS-DETERMINACIÓN DE CENIZAS EN ALIMENTOS  
**Proteínas totales:** NMX-F-068-S-1980. ALIMENTOS. DETERMINACIÓN DE PROTEÍNAS  
**Grasa total:** NMX-F-089-S-1978. DETERMINACIÓN DE EXTRACTO ETÉREO (MÉTODO SOXHLET) EN ALIMENTOS  
**Fibra cruda:** NMX-F-090-S-1978. DETERMINACIÓN DE FIBRA CRUDA EN ALIMENTOS.  
**Cadmio:** Método fotométrico 0.002 - 0.500 mg/l Cd Spectroquant®  
**Mohos y levaduras:** ICMSF Método 1, Pág. 166-167, 2da Ed., Reimpresión 2000

Piura, 17 de octubre del 2018



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA  
 FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA  
 LABORATORIO CONTROL DE CALIDAD

ING. HUALTER LEYTON MASIAS M.Sc.  
 C.R. 22850

DUC IN ALTUM "REMAR MAR ADENTRO" (Lucas 5,4)  
 Urb. Miraflores - Campus Universitario S/N - Castilla - Piura  
 Teléfonos: (073)-285251, anexo 2013 - (073) - 285203  
 labocontrolfip@unp.edu.pe  
 atencioncliente.labofip.unp@gmail.com

**ANEXO 41:** Puntajes de cada tipo de tratamiento evaluado durante la primera catación.

Código de muestra	Atributo/puntaje del catador	Catadores				Promedio
		1 (E)	2 (M)	3 (Jan)	4 (Ed)	
175-M	Aroma	1	4	2	5	37,75
	Acidez	7	4	5	7	
	Amargor	1	3	2	2	
	Astringencia	1	5	2	2	
	Defectos (x2)	7	3	6	3	
	Sabor (x2)	3	4	4	4	
	Post gusto	4	4	3	4	
	Puntos de catador	3	4	4	4	
	<b>TOTAL</b>	<b>37</b>	<b>38</b>	<b>38</b>	<b>38</b>	
789-S	Aroma	7	8	7	8	49,75
	Acidez	5	6	5	4	
	Amargor	2	4	2	3	
	Astringencia	3	5	2	5	
	Defectos (x2)	6	5	5	6	
	Sabor (x2)	5	6	5	5	
	Post gusto	5	4	4	6	
	Puntos de catador	6	4	4	4	
	<b>TOTAL</b>	<b>50</b>	<b>53</b>	<b>44</b>	<b>52</b>	
389 -C	Aroma	4	8	7	8	67,75
	Acidez	8	8	8	6	
	Amargor	6	7	6	7	
	Astringencia	2	8	6	7	
	Defectos (x2)	7	7	7	6	
	Sabor (x2)	7	7	8	7	
	Post gusto	4	6	8	7	
	Puntos de catador	7	7	7	7	
	<b>TOTAL</b>	<b>59</b>	<b>72</b>	<b>72</b>	<b>68</b>	
456-M	Aroma	6	5	5	5	42,75
	Acidez	7	4	5	6	
	Amargor	3	3	3	3	
	Astringencia	4	5	5	4	
	Defectos (x2)	3	5	4	4	
	Sabor (x2)	4	4	4	4	
	Post gusto	5	5	5	4	
	Puntos de catador	4	4	3	4	
	<b>TOTAL</b>	<b>43</b>	<b>44</b>	<b>42</b>	<b>42</b>	
589-S	Aroma	8	8	8	5	63,25
	Acidez	8	7	8	6	
	Amargor	6	7	7	2	
	Astringencia	3	7	7	2	
	Defectos (x2)	6	6	7	7	
	Sabor (x2)	7	6	8	5	
	Post gusto	6	6	6	7	
	Puntos de catador	7	6	6	6	
	<b>TOTAL</b>	<b>64</b>	<b>65</b>	<b>72</b>	<b>52</b>	

<b>189-C</b>	Aroma	<b>7</b>	8	8	8	65
	Acidez	<b>7</b>	8	8	6	
	Amargor	<b>7</b>	8	8	6	
	Astringencia	5	7	6	6	
	Defectos (x2)	3	6	7	7	
	Sabor (x2)	6	6	7	7	
	Post gusto	4	6	7	7	
	Puntos de catador	6	6	6	7	
	<b>TOTAL</b>	<b>54</b>	<b>67</b>	<b>71</b>	<b>68</b>	
<b>843-M</b>	Aroma	8	7	4	6	30,50
	Acidez	7	6	5	0	
	Amargor	1	4	1	2	
	Astringencia	1	4	1	2	
	Defectos (x2)	0	2	2	1	
	Sabor (x2)	2	4	3	2	
	Post gusto	7	4	4	4	
	Puntos de catador	4	2	4	2	
	<b>TOTAL</b>	<b>32</b>	<b>39</b>	<b>29</b>	<b>22</b>	
<b>435-S</b>	Aroma	8	7	6	6	66,75
	Acidez	7	7	8	6	
	Amargor	4	6	6	7	
	Astringencia	3	8	7	7	
	Defectos (x2)	7	6	6	6	
	Sabor (x2)	8	7	7	8	
	Post gusto	6	6	6	7	
	Puntos de catador	8	6	8	7	
	<b>TOTAL</b>	<b>66</b>	<b>66</b>	<b>67</b>	<b>68</b>	
<b>725-C</b>	Aroma	7	7	6	6	67,00
	Acidez	5	6	8	7	
	Amargor	7	6	7	7	
	Astringencia	7	8	6	6	
	Defectos (x2)	6	7	6	7	
	Sabor (x2)	8	6	7	7	
	Post gusto	7	6	8	6	
	Puntos de catador	7	6	7	7	
	<b>TOTAL</b>	<b>68</b>	<b>65</b>	<b>68</b>	<b>67</b>	

**ANEXO 42:** Puntajes de cada tipo de tratamiento evaluado durante la segunda catación.

Código de muestra	Atributo/puntaje del catador	Catadores				Promedio
		1	2	3	4	
389 -R	Aroma	7	8	8	8	64,50
	Acidez	7	7	7	6	
	Amargor	4	8	5	4	
	Astringencia	5	7	4	6	
	Defectos (x2)	7	6	6	6	
	Sabor (x2)	7	7	7	7	
	Post gusto	6	6	7	6	
	Puntos de catador	7	6	6	7	
	TOTAL	64	68	63	63	
589-R	Aroma	7	8	7	6	63,75
	Acidez	6	7	8	7	
	Amargor	2	7	6	7	
	Astringencia	2	7	5	6	
	Defectos (x2)	7	6	6	7	
	Sabor (x2)	6	6	7	8	
	Post gusto	6	6	7	6	
	Puntos de catador	6	6	7	7	
	TOTAL	55	65	66	69	
189-R	Aroma	7	8	6	8	71,75
	Acidez	8	8	7	8	
	Amargor	7	8	9	8	
	Astringencia	5	7	7	7	
	Defectos (x2)	3	7	9	8	
	Sabor (x2)	6	7	8	9	
	Post gusto	6	7	6	8	
	Puntos de catador	5	7	8	8	
	TOTAL	56	73	77	81	
435-R	Aroma	3	6	7	7	61,25
	Acidez	6	7	6	7	
	Amargor	4	6	6	6	
	Astringencia	4	6	5	5	
	Defectos (x2)	8	6	6	6	
	Sabor (x2)	6	6	7	7	
	Post gusto	7	7	5	6	
	Puntos de catador	6	6	6	7	
	TOTAL	58	62	61	64	
725-R	Aroma	6	8	7	7	65,75
	Acidez	5	8	5	6	
	Amargor	3	7	7	7	
	Astringencia	3	8	8	6	
	Defectos (x2)	6	7	6	7	
	Sabor (x2)	7	7	7	7	
	Post gusto	6	7	6	7	
	Puntos de catador	7	7	7	7	
	TOTAL	56	73	66	68	

Fuente: *El Buen Chocolate Nace En El Campo Peruano*, APPCACAO(s/f). (2016).



**ANEXO 43:** Calificación de muestras según su puntaje.

Puntaje	Calificación	Descripción
0-20	Cacao pésimo	Cacao con deficiencias, presenta defectos sensoriales.
21-50	Cacao corriente	Cacao sin atributos distintivos, sus características aromáticas son de poca intensidad.
51-70	Cacao de calidad	Cacao de buena calidad, características aromáticas buenas.
71-90	Cacao especial	Cacao que presenta atributos sensoriales distintivos, con características de aroma fino y de gran intensidad.

**ANEXO 44:** COOPERATIVA AGROPECUARIA LINDEROS DE MARAY, MORROPON, PIURA, PERU.





## ANEXO 45: Especificaciones del Proceso de Beneficio Postcosecha optimizado.

Medidas correctivas para el Proceso de Beneficio Postcosecha de la Cooperativa Agropecuaria Linderos de Maray y su optimización

### Implementación: Proceso de beneficio postcosecha

Mediante un Taller de Capacitación, se dio a conocer a los socios de la Cooperativa Agropecuaria Linderos de Maray el proceso en detalle de todas las medidas correctivas, posibilidades de cambio y las necesidades de mejora. Luego se planteó poner en práctica el proceso de una manera nueva; donde se consideró crucial tanto para los objetivos del proceso como para la optimización de los mismos, que todos adopten el nuevo proceso de beneficio postcosecha desde el principio a fin y apliquen todos los cambios planteados.

**Para la Cosecha:** Se planteó solo la cosecha de frutos maduros cuya coloración sea Amarillo Vistoso, no frutos germinados, atacados por insectos, con hongos o verdes. (Se tomó como referencia la Figura 4.1 de la investigación)

**Tiempos de aguante de mazorca:** Considerando el análisis estadístico de la Tabla 4.29 de la investigación; que identifica al tiempo de aguante de 3 días como el factor que influye de forma positiva en el porcentaje de fermentación Total. Asimismo considerando las investigaciones de Torres *et al.*, (2004) citado por Gervaise *et al.*, (2009) que menciona que al retardar el desgrane se obtiene un mayor índice de fermentación; se planteó que los productores den un tiempo de aguante a su cacao de 3 días; a fin de uniformizar y aplicar mejoras al proceso.



**Tiempo de aguante de mazorca en los cacaotales de Linderos de Maray**

**Tipo de fermentador :** Considerando los resultados de los análisis sensoriales del gráfico 4.14 de la presente investigación que identifica a la muestra con 3 días de aguante fermentado en cajones como un cacao especial con características de aroma fino y de gran intensidad; se planteó el uso de los cajones como el medio idóneo para realizar la fermentación.



**Acopio de cacao**



**Homogenizado y verificación de calidad de lote recibidos**





**Cajones acondicionados con lotes de hasta 400 Kg**

Las remociones tanto en la fermentación como en el secado fueron las mismas que se detallan en el capítulo 3 del Marco metodológico en el presente estudio; el tiempo de fermentación fue de 5 días tal como se hizo en la investigación. Para el monitoreo de las temperaturas y secado se usaron los formularios 1 y 2; asimismo se aplicó la matriz correctiva descrita en el presente Anexo.

## FORMULARIO 1: CONTROL DE TEMPERATURAS EN LA FERMENTACIÓN

Nombre del Responsable: \_\_\_\_\_

TEMPERATURA °C					<div style="text-align: center;">  <p>COOPERATIVA AGROPECUARIA A LINDEROS DE MARAY</p> <p>Ruc: 20530297790</p> </div>							
Códigos de Partida :	M021506											
	M041506											
	M131506											
	Total (Kg)											
Código del Equipo	T03				Orgánico		Convencional					
MARCA	CONTROL C. Modelo: 4378											
					<div style="text-align: center;"> <b>TERMÓMETRO DIGITAL</b> </div>							
Fecha	Día 1	Día 2	DIA 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8	Día 9			
Hora												
8:00 am												
10:00 am												
12: 00 am												
2: 00 Pm												
4:00 Pm												
6:00 Pm												
8:00 Pm												
<b>Observaciones:</b> _____ _____ _____ _____ _____												
<b>Firma del Responsable</b>												

## FORMULARIO 2 : CONTROL DE HUMEDAD DURANTE EL SECADO

Nombre del Responsable: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

% HUMEDAD									
<b>Códigos de Partida involucrados :</b>		M021506			<div style="border: 2px solid green; border-radius: 50%; padding: 20px; margin: 0 auto; width: 150px;"> COOPERATIVA AGROPECUARIA LINDEROS DE MARAY </div> <p style="margin-top: 10px;">Ruc: 20530297790</p>				
		M041506							
		M131506							
<b>Peso Total final de cacao seco</b>									
<b>Código del Equipo</b>		<b>H03</b>							
<b>MARCA</b>		<b>DRAMINSKI TWISTGRAIN</b>							
					<b>Orgánico</b>		<b>Convencional</b>		
					<b>MEDIDOR DE HUMEDAD DE GRANOS PORTATIL NTP 2451 : 7.5 %</b>				
Fecha	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8	Día 9
Hora									
<b>Observaciones:</b> _____ _____ _____ <div style="text-align: center; margin-top: 100px;">             _____  <b>RESPONSABLE</b> </div>									

Cooperativa Agropecuaria Linderos de Maray Ruc: 20530297790	MATRIZ CORRECTIVA
	Acciones correctivas durante la fermentación y secado

### Matriz de acciones correctivas en proceso de fermentación

Días		1	2	3	4	5	6	7	8
TEMPERATURA	52 °C	Airear	Airear	Destapar	Destapar	Airear	Airear	Secar	Secar
	51 °C	Airear	Airear	Destapar	Destapar	Destapar	Airear	Secar	Secar
	50 °C	Airear	Airear	Ideal	Ideal	Destapar	Destapar	Airear	Airear
	49 °C	Airear	Airear	Ideal	Ideal	Destapar	Destapar	Destapar	Destapar
	48 °C	Airear	Destapar	Ideal	Ideal	Ideal	Destapar	Destapar	Destapar
	47 °C	Airear	Destapar	Ideal	Ideal	Ideal	Ideal	Destapar	Destapar
	46 °C	Airear	Destapar	Ideal	Ideal	Ideal	Ideal	Ideal	Ideal
	45 °C	Airear	Ideal	Ideal	Abrigar	Ideal	Ideal	Ideal	Ideal
	44 °C	Airear	Ideal	Abrigar	Abrigar	Abrigar	Abrigar	Abrigar	Abrigar
	43 °C	Airear	Ideal	Abrigar	Abrigar	Abrigar	Abrigar	Abrigar	Abrigar
	42 °C	Destapar	Ideal	Abrigar	Abrigar	Abrigar	Abrigar	Abrigar	Abrigar
	40 °C	Destapar	Ideal	Abrigar	Abrigar	Abrigar	Abrigar	Abrigar	Abrigar
	39 °C	Ideal	Ideal	Abrigar	Secar	Secar	Secar	Secar	Secar
	38 °C	Ideal	Abrigar	Abrigar	Secar	Secar	Secar	Secar	Secar
	36 °C	Ideal	Abrigar	Abrigar	Secar	Secar	Secar	Secar	Secar
	35 °C	Ideal	Abrigar	Secar	Secar	Secar	Secar	Secar	Secar
	32 °C	Ideal	Abrigar	Secar	Secar	Secar	Secar	Secar	Secar
	27 °C	Abrigar	Abrigar	Secar	Secar	Secar	Secar	Secar	Secar
	25 °C	Abrigar	Abrigar	Secar	Secar	Secar	Secar	Secar	Secar

### Matriz de acciones correctivas en proceso de secado

Días		3	4	5	6	9
% Humedad	23 %	Critico	Critico	Critico	Critico	Critico
	22 %	Critico	Critico	Critico	Critico	Critico
	21 %	Critico	Critico	Critico	Critico	Critico
	20 %	Critico	Critico	Critico	Critico	Critico
	19 %	Critico	Critico	Critico	Critico	Critico
	18 %	Ralear	Critico	Critico	Critico	Critico
	17 %	Ralear	Critico	Critico	Critico	Critico
	16 %	Ralear	Critico	Critico	Critico	Critico
	15 %	Ralear	Critico	Critico	Critico	Critico
	14 %	Ideal	Critico	Critico	Critico	Critico
	13 %	Ideal	Critico	Critico	Critico	Critico
	12 %	Ideal	Ralear	Critico	Critico	Critico
	11 %	Ideal	Ralear	Critico	Critico	Critico
	10 %	Ideal	Ideal	Ralear	Critico	Critico
	9 %	Ideal	Ideal	Ralear	Critico	Critico
	8 %	Tapar	Ideal	Ideal	Ralear	Ralear
	7 %	Recargar	Recoger	Ideal	Ideal	Ideal
	6 %	Critico	Recoger	Recoger	Recoger	Recoger
	5 %	Critico	Critico	Critico	Critico	Critico

Nota: Humedad alta probable hongeamiento

Humedad baja pérdida de peso, granos frágiles granos frágiles

La matriz de acciones correctivas durante la fermentación y secado descritas en los cuadros anteriores muestran las acciones que se deben tomar; como airear la masa si las temperaturas son mayores de 43 °C durante el primer día o abrigo la masa en fermentación si son menores de 28 °C el segundo día. Asimismo en el secado se muestra una serie de acciones como ralear el cacao en los secaderos si su humedad es mayor de 15 % el primer día o tapar si su humedad es excesivamente menor los primeros días.

[illegible]

Después de la aplicación de las medidas correctivas se llegó a los siguientes resultados :

<b>Detalle</b>	<b>Calibre</b>	<b>Peso</b>	<b>%</b>
<b>Pasilla</b>	Pasilla	0,53 g	0,05
<b>Cacao Segunda</b>	< 0,8	26,96 g	2,69
<b>Cacao Exportable</b>	> 0,8 -1,2 <	972,51 g	97,25
<b>Total</b>		1000,00 g	

Los datos muestran que el 97,25 % del cacao de la Cooperativa Agropecuaria Linderos de Maray es de tipo exportable, permitiendo concluir que los procedimientos y medidas correctivas planteadas para la optimización del proceso de beneficio postcosecha generan muy buenos resultados para la optimización y control de la postcosecha de cacao.



Prueba de Corte según la NTP ISO 1114:2011 en muestras de cacao después de haberse aplicado las medidas correctivas anteriormente mencionadas. El porcentaje de Humedad en promedio es de un 6%, resultando ser adecuado según la NTP 2451; cuyo límite máximo permitido es de un 7,5 %.

SECRETARÍA AGRARIA RERARDINO JOTA  
Planta de Procesamiento de Café  
LABORATORIO DE CALIDAD

N° CERTIFICADO

REFERENCIA

CERTIFICADO DE CALIDAD DE GRANOS DE CAFÉ

CLIENTE

CERTIFICACION

TIPO DE CAFÉ

ORIGEN

MUESTRA

CONDATARIOS

CANTIDAD

CAJAS

APARÉNCIA DEL GRANO

TAMARO

FORMA

MALLAS

Convencional ☒

Gran Blanco ☐

Almendras ☐

Organo ☐

Pura Blanco ☐

Turkey ☐

Farrate ☐

Orquidea ☐

Mangrove ☒

Fecha Muestra

gpa

gno

gno

gno

gno

gno

gno

gno

gno

gno

gno

gno

gno

gno

gno

gno

gno

gno

gno

gno

gno

gno

gno

gno

gno

gno

gno

gno

gno

gno

gno

gno

gno

gno

gno

gno

gno

gno

gno

gno

gno

gno

gno

gno

gno

gno

gno

gno

gno

gno

gno

gno

gno

gno

gno

gno

gno

gno

gno

gno

gno

gno

gno

gno

gno

gno

gno

gno

gno

gno

gno

gno

gno

28/07/10

gpa

gno

gno

gno

gno

gno

gno

gno

gno

gno

gno

gno

Resultados de la Prueba de corte realizados por el equipo de calidad de la Cooperativa Agraria Norandino LTDA

Con el apoyo del personal de Control de Calidad de la Cooperativa Agraria Norandino LTDA se realizó los análisis físicos y sensoriales de las muestras, en ellos se tiene un promedio en calibre de 115,435 gramos en grano seco fermentado; valores que concuerdan con Cedeño (2010) citado por Macías *et al.*, (2014); quien menciona que los granos comerciales de cacao tienen un peso promedio de calibre comprendido entre 100 a 120 gramos.

Con respecto a la calificación final del grano; se reporta tener un cacao de grado 1 con un porcentaje de 87 % de fermentación Total y con un satisfactorio valor de 58 % de grano Blanco. Asimismo no se identificó presencia de mohos y defectos presentes en la apariencia del grano; con un nivel óptimo en pasilla de grano seco y fermentado.




**Ficha técnica con los resultados de las evaluaciones físicas del cacao de la Cooperativa Agropecuaria Linderos de Maray.**

<i>Planta de Procesamiento de Cacao</i>						<b>N° CERTIFICADO</b>						<b>001-001</b>																													
<i>Area de Calidad</i>						<b>CONTROL DE CALIDAD DE GRANOS DE CACAO PREEMBARQUE</b>																																			
<b>ORGANIZACION</b>						<b>COOPERATIVA AGROPECUARIA LINDEROS DE MARAY</b>																																			
<b>CERTIFICACION</b>						Convencional <input type="checkbox"/>						Orgánico <input checked="" type="checkbox"/>						Fairtrade <input type="checkbox"/>																							
<b>TIPO DE CACAO</b>						Gran Blanco <input type="checkbox"/>						Piura Blanco <input type="checkbox"/>						Chulucanas <input type="checkbox"/>						Morropón <input checked="" type="checkbox"/>						Amazonas <input type="checkbox"/>						Tumpis <input type="checkbox"/>					
<b>PROCEDENCIA</b>						<b>LINDEROS DE MARAY</b>						Muestra						Ingreso <input checked="" type="checkbox"/>						Preembarque <input type="checkbox"/>						Embarque <input type="checkbox"/>											
<b>COMPROBANTE ENTRADA</b>												Fecha MUESTRA						28/09/2018																							
						Muestra :1Kg																																			
<b>ANALISIS DE LABORATORIO</b>																																									
<b>HUMEDAD</b>						Muestra1		6%		Muestra2		6%		Muestra3		6%		Promedio		6,00%																					
<b>CALIBRE</b>						Prueba1		114,35		Prueba2		116,52		Promedio		115,435																									
<b>APARIENCIA DEL GRANO</b>						PEQUEÑO				APARIENCIA						X				Marrón Claro		x																			
<b>TAMAÑO</b>						MEDIANO		x		HOMOGENEIDAD						X				Marrón Oscuro																					
						GRANDE				LIMPIEZA						X				Almendra																					
																+				Marrón Rojizo																					
<b>FORMA</b>						ALARGADO		x		COMENTARIO										Superficie blanca																					
						REDONDO				Nivel optimimo de pasilla + cacao segunda										Superficie Negra																					
										97,25% cacao exportable										Otros																					
<b>OLOR DEL GRANO</b>																																									
<b>ACIDEZ</b>						Muy Acido				Características		Típico		X																											
						Acido		X				Atípico																													
						Poco Acido																																			
<b>OLOR DEL GRANO DESPUÉS DEL CORTE</b>																																									
<b>ACIDEZ</b>						Muy Acido				Características		Típico		X						olor leve																					
						Acido		X				Atípico																													
						Poco Acido																																			
<b>Prueba de Corte 50</b>						CORTE 1		CORTE 2		100%		CORTE 1		CORTE 2		100%																									
<b>Violetas</b>						3		4		7						0																									
<b>Violetas Parcialmente Fermentadas</b>						15		15		30						0																									
<b>Violetas Fermentadas</b>						13		12		25						0																									
<b>Blanco No Fermentados</b>						3		3		6						0		7% de grano violeta																							
<b>Blancos Parcialmente Fermentados</b>						9		10		19						0		49% alta fermentacion parcial																							
<b>Blancos Fermentados</b>						7		6		13						0		58% grano blanco																							
<b>Fermentación Parcial</b>						24		25		49						0																									
<b>Fermentación Completa</b>						20		18		38						0																									
<b>Total Grano Blanco</b>						19		19		38																															
<b>Total Fermentados</b>						44		43		87						0																									
<b>DEFECTOS</b>																		<b>COMENTARIO</b>																							
<b>Mohos</b>																		<b>SIN MOHO, SIN DEFECTOS</b>																							
<b>Pizarrosos</b>																																									
<b>Atacado por insectos</b>																																									
<b>Granos Pasilla</b>																																									
<b>Germinados</b>								X																																	
<b>Gemelos</b>								X																																	
<b>TOTAL DEFECTOS</b>																																									
<b>RESULTADOS FINALES</b>						<b>FERMENTACION TOTAL 87 %, SOBRE EL LIMITE PERMITIDO</b>												<b>GRADO 1</b>		<b>GRADO 2</b>																					

Ficha Proporcionada Por la Cooperativa Agraria Norandino LTDA.

**Ficha técnica con los resultados de las evaluaciones sensoriales del cacao de la Cooperativa Agropecuaria Linderos de Maray.**



**ANÁLISIS SENSORIAL  
DE CACAO**  
Ficha de Catación


MUESTRA 189(R)

CATADOR MEDV

FECHA 15-08-18

CATEGORIAS		INTENSIDAD	DESCRIPTORES	CALIDAD (0-10)	PUNTAJE		
Aroma		<div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100px;"><div>0</div><div>1</div><div>2</div><div>3</div><div>4</div><div>5</div></div>	caramelo, fresco	8	x1 =	8	
Acidez		<div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100px;"><div>0</div><div>1</div><div>2</div><div>3</div><div>4</div><div>5</div></div>	acidulce	8	x1 =	8	
Amargor	INTENSIDAD 0 a 2.5: ≥ 5 en calidad 2.5 a 5: ≤ 5 en calidad	<div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100px;"><div>0</div><div>1</div><div>2</div><div>3</div><div>4</div><div>5</div></div>		8	x1 =	8	
Astringencia		<div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100px;"><div>0</div><div>1</div><div>2</div><div>3</div><div>4</div><div>5</div></div>		7	x1 =	7	
Defectos		<div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100px;"><div>0</div><div>1</div><div>2</div><div>3</div><div>4</div><div>5</div></div>	lig. Agrio	7	x2 =	14	
Sabor	Cocoa/Cacao	<div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100px;"><div>0</div><div>1</div><div>2</div><div>3</div><div>4</div><div>5</div></div>	Cocoa	7	x2 =	14	
	Dulce	<div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100px;"><div>0</div><div>1</div><div>2</div><div>3</div><div>4</div><div>5</div></div>	Miel				
	Nuez	<div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100px;"><div>0</div><div>1</div><div>2</div><div>3</div><div>4</div><div>5</div></div>					
	Frutas secas	<div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100px;"><div>0</div><div>1</div><div>2</div><div>3</div><div>4</div><div>5</div></div>					
	Frutas frescas	<div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100px;"><div>0</div><div>1</div><div>2</div><div>3</div><div>4</div><div>5</div></div>					
	Floral	<div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100px;"><div>0</div><div>1</div><div>2</div><div>3</div><div>4</div><div>5</div></div>					
	Especies	<div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100px;"><div>0</div><div>1</div><div>2</div><div>3</div><div>4</div><div>5</div></div>					
	Otros	<div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100px;"><div>0</div><div>1</div><div>2</div><div>3</div><div>4</div><div>5</div></div>					
Pos gusto		<div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100px;"><div>0</div><div>1</div><div>2</div><div>3</div><div>4</div><div>5</div></div>		7	x1 =	7	
COMENTARIOS: <u>acidulce, achocolatado, cremoso</u>			PUNTOS DE CATADOR		7	x1 =	7
				<b>PUNTAJE FINAL</b>		<b>73</b>	



**COOP NORANDINO**  
MARTÍN DOMÍNGUEZ VANCES  
JEFE PLANTA  
PLANTA PROCESO CAFÉ-CACAO

**ESCALA DE INTENSIDAD**

0	1	2	3	4	5
Ausente	Apenas detectable	Presente	Caracteriza la muestra	Dominante	Extremo


**ESCALA DE CALIDAD**


0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pésimo	Malo		Regular		Bueno		Excelente			

**TIPS PARA EVALUAR CALIDAD EN DEFECTOS**

**Nombrar el defecto:**  
Una reducción de puntos en calidad debe ser justificado en Descriptores.

**Relación Inversa:**  
Entre más intenso el sabor defectuoso, se reduce el puntaje en calidad.



 Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual: No se permite un uso comercial de la obra ni de las posibles obras derivadas, la distribución de las cuales se debe hacer con una licencia igual a la que regula la obra original. Proyecto de Desarrollo de Cooperativas USAID-Equal Exchange-TCHO, Versión 2017.

Con respecto a los análisis sensoriales; las muestras reportaron puntajes de hasta 73 puntos; descritas con buen perfil sensorial, con aroma a caramelo, un sabor dulce a miel, una acidez muy buena con perfiles de aroma y sabor muy similar a anteriores pruebas organolépticas de la investigación.

Así se comprobó los resultados de las medidas correctivas empleadas que han permitido saber que las mejoras fueron positivas; sin embargo se considera que el proceso optimizado es cíclico y por lo tanto su control deber ser constante al igual que su mejora continua; para así asegurar siempre la optimización del proceso de beneficio postcosecha en la Cooperativa Agropecuaria Linderos de Maray; descrito y corroborado en la presente investigación.